ERGI
ORIGINE E
L'EVOLUZIONE
DELLA VITA
PICC. BIBL.CA
DI SCIENZE
MOD. F.LLI
BOCCA ED.

L'ORIGINE

E

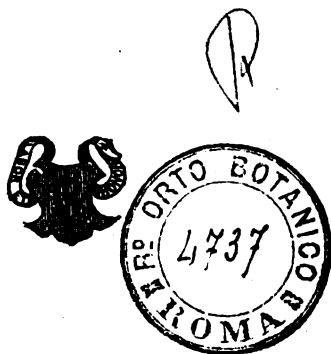
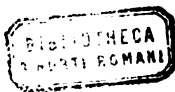
L'EVOLUZIONE DELLA VITA

all'egregio e caro Collega
Prof. R. Pirotta
con animo grato
offre
G. Sergi

G. SERGI

L'ORIGINE

E

L'EVOLUZIONE DELLA VITA

TORINO
FRATELLI BOCCA, EDITORI
MILANO - ROMA
—
1921

AL LETTORE

Quando io aveva scritto quel che si riferisce all'origine e all'evoluzione della vita animale, come già ho avvertito nell' Introduzione, *ebbi qualche esitanza a pubblicare il lavoro; ma infine mi decisi e l'inviai all'Editore.*

Il ritardo della stampa m'indusse a ricercare se la Flora si comportasse come la Fauna; e allora mi posi ad uno studio intenso e diuturno sulle piante fossili, come già io aveva fatto per gli animali, e mi saturai di analisi fatte su quelle dai più eminenti paleobotanici, e vidi e osservai, come meglio si poteva, le loro forme in molte opere e memorie espositive e analitiche, specialmente inglesi e americane, per la maggior facilità di procurarmele; e insieme con le analisi appresi il modo e il tempo di apparizione dei differenti tipi vegetali nei periodi geologici, e andai

anche alla ricerca delle relazioni in cotesti tipi, se vi fossero, come generalmente si affermano.

Questi nuovi studi, fatti nella stessa direzione che mi aveva guidato nello studio della vita animale, confermarono le mie convinzioni, già scritte intorno a questa. Quindi ogni esitazione, se ancora un residuo rimanesse, è scomparsa, e pubblico l'opera, completata dallo studio sulla Flora, con piena convinzione, malgrado io sappia le opposizioni cui vado incontro.

Il mio lavoro, ripeto, è uno studio essenzialmente di fatti, come essi si presentano, con una nuova interpretazione, che io credo naturale e non sforzata con argomenti e ipotesi inammissibili, come si è fatto per la teoria corrente dell'evoluzione, la quale non ha corrispondenza con i fatti come sono avvenuti, spesso anzi è in antitesi con essi. I sostenitori della teoria per metterla in armonia coi fatti sono costretti a trovare espedienti teorici che non soddisfano, e rinviano continuamente a nuove scoperte di documenti, che dovrebbero servire a spiegare l'apparizione improvvisa e discontinua delle forme viventi, e le supposte relazioni di discendenza e le trasformazioni che non esistono.

La paleontologia è ora la scienza che possa rivelare il modo di origine e di svolgimento della vita; lo studio della Fauna e della Flora viventi può soltanto dimostrare i varî gradi di evoluzione delle numerose forme esistenti, ma non l'origine e la discendenza, come finora si è ten-

tato di fare. I fatti, insieme col tempo e col modo di apparizione dei tipi viventi, mostrano la loro discontinuità, come palesano in modo indiscutibile la persistenza tipica nelle stesse variazioni, non mai la trasformazione da un tipo all'altro. La verità è più vicina alla realtà nella dottrina genuina di Darwin e non nelle dottrine che l'alterarono profondamente con stabilire processi di trasformazione, che non esistono.

Io non posso lusingarmi di avere aderenti, perchè i biologi ormai hanno accettato il dogma del trasformismo come necessario al sostegno dell'evoluzione. Ognuno ha idee stabilite, cristallizzate, ribadite da più di mezzo secolo come un'eredità determinata nella scienza; quindi ha costruito le proprie teorie particolari su quel dogma e ne ha tratto i corollari, e non può mutare. Ci volle tanto tempo da Lamarck a Darwin, si fece tanta lotta per far accettare l'evoluzione organica nei principî stabiliti da Darwin e Haeckel, come oggi si può ricominciare senza pericolo per la scienza? Errore! Le teorie sono caduche, la loro caduta o la loro correzione non apporta nessun pericolo, ma apre la via a nuovi progressi, quando ciò è opera di pensiero spregiudicato.

Prima di licenziare il lettore sento il dovere di ringraziare alcuni di coloro che mi aiutarono nelle mie ricerche, specialmente nelle ultime. E ricordo con gratitudine il prof. R. Pirotta, in cui io ebbi a trovare, in qualche conversazione,

alcune concordanze con me intorno al poligenismo delle piante, e che pose a mia disposizione la ricca biblioteca dell'Istituto di Botanica, da lui diretto; il prof. A. Borzì, da cui, in molte conversazioni, ebbi schiarimenti sulla vita delle piante e suggestioni utili; il prof. Portis, che mi fu largo nel prestito di libri; e infine il signor V. Benedetti, della biblioteca V. E., che mi rese facile la ricerca delle opere utili al mio scopo in quella biblioteca.

Roma, luglio 1920.

G. SERGI.

INDICE

INTRODUZIONE

Chi rilegge il memorabile volume di Carlo Darwin su l'Origine delle Specie, troverà che egli sostenne una dottrina ristretta alle variazioni, per le quali le specie mutano e nuove specie nascono, ma non di trasformazioni che involgano mutamento di tipo. Forse nella sua mente era anche questo concetto, ma non lo manifestò; e quante volte io abbia percorso le pagine dell'opera, non vi ho trovato nulla che si riferisse a questo concetto. Tutta l'opera del Darwin tratta dell'origine e delle cause delle variazioni, dell'adattamento alle condizioni di esistenza, della sopravvivenza del più adatto, e infine dell'idea a lui tanto cara della selezione naturale.

Da altri e in modo fondamentale da Haeckel la dottrina di Darwin fu allargata così da diventare una dottrina trasformista. I famosi lavori di

Haeckel, con una grande ricchezza di dati embriologici e morfologici sistematicamente coordinati, vollero dimostrare, con un monismo assoluto nell'origine della vita, la trasformazione graduale organica dai viventi animali unicellulari ai pluricellulari, dai protozoi ai metazoi, e quindi la produzione delle varie forme animali per trasformazione da una in altra. Quando Darwin pubblicava nel 1871 *The Descent of Man*, nella prefazione scrisse, che, se egli non avesse già scritto questo libro, quando si pubblicava l'Antropogenia di Haeckel, non avrebbe mai pensato di comporlo; e sembra che avesse accettato tutta la dottrina del biologo tedesco, cioè anche la trasformazione delle forme tipiche, la quale è molto di più dell'origine delle specie.

Però Darwin nel tentativo di tracciare la genealogia umana, scrive qualche periodo sulla genealogia dei mammiferi, ma sembra in modo piuttosto timido; trascrivo le sue parole: « In attempting to trace the genealogy of the Mammalia, and therefore of man, lower down in the series, we become involved in greater and greater obscurity; but, as a most capable judge, Mr. Parker, has remarked, we have good reason to believe, that no true bird or reptile intervenes in the direct line of descent. He who wishes to see what ingenuity and knowledge can effect, may consult Prof. Haeckel's works. I will content myself with a few general remarks. Every evolutionist will admit that the five great classes,

namely, mammals, birds, reptiles, amphibians, and fishes, are descended from some one prototype; for they have much in common, especially during their embryonic state. As the class of fishes is the most lowly organised, and appeared before the others, we may conclude that all the members of the vertebrate kingdom are derived from some fish-like animal ». L'argomento maggiore addotto da Darwin, ma appena accennandolo, è quello delle affinità fra le classi dei vertebrati, per venire alla conclusione dell'origine da un prototipo comune, che poi dovrebbe essere stato un *fish-like* (1): questo concetto è ben differente dalla dottrina di Haeckel. Tutto quel che vi si riferisce, si riduce a poche pagine; il che mostra che l'opinione di Darwin su questa parte dell'evoluzione era rimasta quasi soltanto teorica. Nè che Darwin pensasse a trasformazione di tipi animali, si può dedurre dal fatto che nulla dice sugli invertebrati se non sia riferibile alle specie e alle varietà. Inoltre è da rilevare che Darwin non ammetteva unico progenitore degli animali e anche delle piante, come i monogenisti potrebbero credere. Scrive: « I believe that animals are descended from at most only four or five progenitors, and plants from an egual or lower member » (2).

(1) *The Descent of Man*, 2ª ediz., 1888, pag. 158 e seg. (*N. B.* La data 1888 è della ristampa della 2ª edizione del 1874).

(2) *The Origin of Species*, pag. 424. Edizione del 1880.

Mentre Haeckel estendeva, quasi completando la dottrina di Darwin, la quale nel pubblico prendeva nome di trasformismo, altri continuavano sulla medesima via, e fra questi Gegenbaur con un'opera grandiosa in Anatomia comparata dei Vertebrati. Non dirò di altri biologi che sono anche noti e numerosi, anche italiani e fra i primi Giovanni Canestrini, Todaro e altri, perchè non faccio la storia qui, ma dico che la dottrina fu consolidata mercè tutti i lavoratori della scienza della vita, europei e americani. Nacquero, è vero, variazioni nella dottrina e fu richiamata e ringiovanita l'idea di Lamarck e si discusse molto sulle cause e sui fattori delle variazioni con varî risultati; ma le fondamenta della teoria rimasero le darwiniane più o meno miste con idee larmarckiane estese al trasformismo. Ma dei modernissimi bisogna ricordare De Vries, che ha modificato in un concetto fondamentale la dottrina di Darwin, nel sostenere che le variazioni specifiche si producono in tempo brevissimo e saltuariamente contro il lentissimo processo invocato da Darwin; e in questo De Vries crede di fondarsi su dati sperimentali ottenuti da una pianta, l'*Oenothera lamarckiana*. Lasciando qui fuori i dubbi intorno a questa pianta, ricordo che varie volte io ho potuto dimostrare che la dottrina di De Vries non raggiunge altro risultato che l'origine di nuove specie del medesimo tipo di quella da cui derivano, le nuove specie cioè non escono dall'àmbito della specie madre.

De Vries non può mai dimostrare che le specie nuove prodotte sperimentalmente siano di tipo differente dalla specie madre, cioè non può mai provare che vi sia trasformazione di tipo. Questo è un risultato di molta importanza, che nessuno ha mai rilevato e, come vedremo dentro, collima completamente con la nostra interpretazione che abbiamo fatto sugli animali.

Stando così le cose, è necessario che io faccia qualche dichiarazione che si riferisce all'origine di questo lavoro su l'Origine e l'Evoluzione della Vita.

Io sono stato evoluzionista convinto e nel senso di Darwin e di Haeckel e di altri che allargarono la dottrina dell'evoluzione nel significato di trasformazione, e ho accettato senza riserve i risultati fino ad alcuni anni addietro. I miei studi erano in altro campo, per i quali bastava accettare la dottrina dominante, e applicarla all'uomo, oggetto quotidiano dei miei lavori. Così generalmente fanno tutti coloro che si specializzano in un ramo di scienza; e non si può ammettere che tutti gli studiosi comincino i loro lavori con la revisione delle teorie fondamentali biologiche, prima di pensare a farne applicazione. Ma quando mi avvenne di occuparmi dell'origine dell'uomo, specialmente per le nuove scoperte di fossili umani, su cui tanto si discute, io ebbi una visione differente da quella degli altri antropologi, perchè mi parve di vedere un'origine poligenetica dell' uomo e non mono-

genetica, com'è opinione universale, e non soltanto nel significato di specie varie e numerose, ma anche di generi, per usare il linguaggio comune; e classificai per generi e per specie l'uomo nelle forme estinte e nelle viventi.

L'opposizione avuta a queste mie nuove idee, del resto naturale, e la convinzione che io aveva, mi spinsero a ricercare una maggiore e più solida base, se mai vi fosse, nella fauna tutta, e ricorsi alla paleontologia, come quella che poteva offrirmi le forme originarie degli animali, per quanto i documenti siano incompleti e frammentari. Scrissi in breve tempo successivamente due piccoli libri: *Le origini umane. Ricerche paleontologiche*, 1913, e *L'evoluzione organica e le origini umane. Induzioni paleontologiche*, 1914. Come vedesi, lo scopo finale era l'uomo, che io collocava direttamente nella fauna, accomunandolo senza distinzione, come vivente animale. Il secondo volumetto sorpassava il primo per un campo più largo di studi e anche nel concetto più comprensivo; tutti e due non dovevano essere che una preparazione ad una nuova ricerca e più ampia, cioè quella dell'origine della vita e dell'evoluzione, ma col fine di scoprire le basi del poligenismo dal quale io aveva mosso, e di consolidarlo, perchè già io aveva ammesso di averle trovate, come vedesi dalle due operette ricordate.

Com'è mia abitudine, benchè per lavori precedenti io abbia studiato la materia, la ristudio più particolarmente e più ampiamente, quando

ho un tema da svolgere. Invero, nel nuovo studio io intendeva di trovare, andando alle fonti della vita, alle sue prime manifestazioni, un poligenismo del quale ero convinto, e quali forme primitive apparvero all'origine della vita sulla terra, e se esistesse quella continua elevazione delle forme come era stata proclamata da tutti i sostenitori della dottrina dell'evoluzione. In sostanza ciò doveva comprendere la revisione della teoria, e a questa revisione io mi dedicai con ogni mia vigoria che ancora possedessi.

A questo scopo ripresi gli studi geologici e in modo speciale mi occupai del cambriano e del precambriano e nei lavori americani che negli ultimi tempi hanno rivelato le condizioni della storia arcaica della terra e della fauna primordiale. Quel che si rivelò alla mia mente fu un nuovo raggio di luce: le forme della vita che prime apparvero, non erano le più semplici, come si era affermato e stabilito così da non ammettere dubbi, ma invece erano complesse e con caratteri determinati, tali quali ancor oggi le vediamo, e molteplici e irriducibili le une alle altre, forme indipendenti nell'origine e nello sviluppo loro; nessuna trasformazione di forme tipiche in altre differenti, ma una fissità conservata per milioni di anni, mentre, poi, ogni tipo ha variato nell'àmbito suo medesimo. Così io mi avvedeva che le teorie stabilite sulla evoluzione organica andavano cadendo davanti alla realtà dei fatti, che credo incontestabili; così la teoria

di Haeckel non soltanto mi appariva ipotetica, ma fantastica, mentre la pura e genuina darwiniana mi parve la vera, come origine delle specie; il poligenismo mi si manifestò come veramente originario e come fatto naturale.

Tutto questo non era un risultato da me voluto come oggetto di ricerca preordinato, ma un risultato che si presentava spontaneamente come effetto di ricerca obbiettiva, e io ebbi come una paura dubbiosa di questi risultati inaspettati, quasi che io non avessi una visione esatta dei fatti che venivano sotto la mia osservazione. Allora cominciai a scrivere, quasi per me solo, quel che io osservava e deduceva, non col fine di una costruzione dottrinale da presentare agli studiosi. Alla fine mi sono accorto che era nato un libro, non certamente armonico in qualche parte, con qualche ripetizione d'idee e d'induzioni, che erano effetti di pensieri suscitati da fatti immediatamente caduti sotto l'osservazione.

Il lavoro come studio e concezione, scritto ad intervalli più o meno lunghi, occupò ventisei mesi d'intenso lavoro; quel che è scritto, è relativamente breve, dato che doveva essere un memoriale e non un'opera; quindi è imperfetto, ma io non ho il coraggio di rifarlo e di dargli una forma migliore e più armonica, perchè l'età molto avanzata, malgrado la buona salute, non mi consente di sottopormi a questo sforzo, che, del resto, non può allettarmi. Debbo pur dichiarare che in questi ventisei mesi di ricerche,

di osservazioni, di nuove idee che sono venute a rivelarmisi, io ho vissuto una vita densissima di pensiero; ho avuto godimento indescrivibile nel penetrare nella natura dei fenomeni della vita, che si sono svolti in milioni di anni, quasi che io stesso li avessi vissuti. La scienza così è come una creazione artistica, nella quale il sentimento diviene il colorito dell'opera creata, ed esalta ed appassiona potentemente, come ora m'è avvenuto, avendo dovuto scrutare profondamente nel passato lontanissimo della paleontologia animale l'origine dei viventi estinti e recenti, i quali mi sono apparsi veramente vivi, muoventisi nei profondi mari arcaici e nei moderni nella formazione varia delle loro forme e nella loro evoluzione: così avviene che a noi sembra di creare con la visione mentale quel che è stato creato dalla natura in molti milioni di anni e lontano dai nostri occhi sensibili.

Vada, dunque, alle stampe questo forse ultimo mio lavoro, che è come un testamento scientifico; non importa se non incontrerà il gradimento dei biologi. Io sono preparato all'opposizione che dovrò incontrare, conoscendo che gli uomini difficilmente cedono a idee che sono opposte a quelle acquisite come verità dimostrate e stabilmente riconosciute come definitive; ma poichè io sono convinto di quel che ho scritto, io non esito di pubblicare le mie nuove idee.

L'origine e l'evoluzione della vita.

I.

SOMMARIO: Necessità di esporre le formazioni geologiche per accertare le prime manifestazioni della vita. Studi americani sul precambriano, specialmente nel Canada. Formazioni sedimentari nel precambriano. Classificazioni varie del precambriano.

In un mio piccolo libro pubblicato pochi anni addietro io tentai di dare una nuova direzione ai concetti di evoluzione organica prevalenti da Darwin in poi, cioè che invece dell'unità fondamentale primitiva della forma organica vi fosse stata una pluralità di forme parallele che avrebbero avuto la loro propria evoluzione, e che di una determinata forma che chiamerei tipo, non vi sarebbe stato unico progenitore, ma più di uno, alcuni dei quali, variando ciascuno secondo una particolare direzione, avrebbero

dato rami vari e divergenti. Questo concetto portava a ricercare le forme primordiali e originarie che apparvero all'origine della vita sul nostro globo; e vidi, caso non nuovo ad ogni studioso di biologia, che le origini, secondo i dati della fauna paleozoica, non corrispondono alle teorie finora emesse e sostenute con ogni sforzo, cioè che le prime forme animali furono semplici organismi unicellulari come i protozoi, e da esse per evoluzione nacquero le forme complesse pluricellulari. Nè questo soltanto emerge dalle ricerche sulla più antica storia della vita organica, ma anche la difficoltà, direi insormontabile per ora, del passaggio da un tipo ad un altro, specialmente dagli invertebrati ai vertebrati, che rimane insoluto finora, malgrado le ipotesi varie e ambiziose e le supposte forme di transizione (1).

Il mio piccolo volume non fu compreso da chi lo lesse, come induco dalla recensione fattane da un illustre paleontologo che lo considerò come un libro di carattere elementare, mentre la forma elementare e semplice dell'esposizione aveva lo scopo di mostrare l'idea che vi si conteneva; anche un altro chiaro antropologo non ebbe la minima idea di ciò che il libro aveva per fine; generalmente nessuno se

---

(1) *L'evoluzione organica e le origini umane. Induzioni paleontologiche*. Torino, Bocca, 1914.

ne ebbe ad occupare, come se non ne valesse la pena. Non mi lamento di ciò, soltanto lo rilevo, come segno di naturale noncuranza d'un libro che non vuole seguire le vie già segnate come uniche, e vorrebbe invece aprire altra via differente dalla comune. Così io ora voglio continuare su questa nuova via, importa poco se non seguìta, per esplicare i miei concetti in modo più chiaro e dimostrativo e tentando di penetrare più profondamente nel problema per mezzo di nuovi studi sulla materia difficile.

Vorrò dunque avanti tutto ricercare quando, a nostra cognizione, che deve derivare da fatti, le forme della vita organica apparvero e come nei tempi geologici, specialmente ora che tali ricerche sono veramente di gran valore per le scoperte avvenute in alcune regioni terrestri. Da questi fatti si possono trarre le induzioni non mai da teorie astratte e da costruzioni architettoniche anche seducenti di tutta la fauna in alberi genealogici. Per giungere a questo fine è avanti tutto necessario dare nel modo più breve una delineazione delle formazioni terrestri nell'epoca o nelle epoche che più sono prossime alle supposte origini della vita animale.

Prendo dalla grande opera di Lapparent la classificazione delle epoche e dei periodi geologici, come da uno dei rappresentanti della geologia in Europa.

Egli divide in ère le grandi epoche di successione: *Primaria* o *Paleozoica*, *Secondaria* o *Me-*

sozoica, *Terziaria* o *Neozoica*, *Quaternaria* fino al periodo recente.

Le ère sono divise in periodi. L'èra primaria è preceduta da un periodo più antico, l'arcaico detto *Archeano*, e si divide in periodi, di cui il più antico è il *Precambriano*, cui seguono il *Siluriano*, il *Devoniano*, il *Carbonifero*, il *Permiano*; il *Cambriano* fa parte, come sua base, del siluriano, cui segue l'*Ordoviciano*. L'èra detta mesozoica comprende i periodi: *Triasico*, *Giurassico*, *Cretaceo*.

L'èra neozoica o terziaria è distinta in *Eocene*, *Oligocene*, *Miocene*, *Pliocene*, che sono serie come quelle dell'èra secondaria. Infine si ha il *Plistocene*. Meno il periodo archeano, tutti gli altri sono caratterizzati dalla presenza della fauna e della flora, donde le espressioni *Paleozoico*, *Mesozoico* e *Neozoico* (1).

Haug nel suo trattato fa una variante apparentemente di nome, denomina, cioè, l'archeano come un'*èra agnotozoica*, che divide in due periodi, l'algonkiano, denominazione americana, che sarebbe il precambriano, e il periodo archeano, comprendente il Laurenziano e l'Ontariano, espressioni egualmente americane, l'ultima delle quali è adottata da Lawson. Il motivo di adoperare la parola *agnotozoico* si ha non riguardo

(1) Per i particolari vedere LAPPARENT, *Traité de Géologie*. Paris, 5ª ediz., 1906.

alla condizione e composizione geologica, ma riguardo alle origini della vita (1).

Sono specialmente i geologi americani che hanno dato nuove divisioni all'èra anteriore alla primaria o paleozoica e hanno distaccato il cambriano dalla serie o gruppo siluriano. Riferisco intanto la classificazione come è stabilita dagli autori Chamberlin e Salisbury. La divisione principale comprende cinque parti con i titoli di *Archeozoico*, *Proterozoico*, *Paleozoico*, *Mesozoico*, *Cenozoico*. Lasciando fuori le due ultime parti, che complessivamente corrispondono a divisioni note, avverto che il Paleozoico comprende il *Cambriano*, che sta come alla base del complesso, l'*Ordoviciano* che segue immediatamente, il *Siluriano*, il *Devoniano*, il *Subcarbonifero*, il *Carbonifero* e il *Permiano*. All'espressione *Precambriano* è sostituita quella di *Proterozoico*, complesso che, come vedremo, è molto contrastato riguardo ai componenti, cioè a dire, coi nomi locali americani, *Keweenawan*, discordanza, *Animikeano* (*Huroniano* superiore di altri autori), discordanza, *Huroniano*; dopo grande discordanza segue il complesso archeano o *Archeozoico*. Così prima del cambriano vi sono due divisioni principali che naturalmente si riferiscono alle formazioni geologiche e alla presenza o assenza di fossili.

---

(1) *Traité de Géologie*. Paris, 1907, pagg. 12, 566.

Ma i due autori avvertono che mentre essi pubblicavano la loro classificazione, una Commissione, composta di geologi degli Stati Uniti e del Canadà, propose la classificazione seguente:

CAMBRIANO. — Arenaria superiore, ecc. del Lago Superiore.

Discordanza.

PRECAMBRIANO.

Keweenawan (Sipigon).

Discordanza.

HURONIANO
- Superiore (Animikie).
  Discordanza.
- Medio.
  Discordanza.
- Inferiore.
  Discordanza.

Keewatin.

Contatto eruttivo.

LAURENZIANO (1).

In questa nuova classificazione, dovuta alla grande divergenza di opinioni sul precambriano nel Canadà e nel Nordamerica in generale, scompare l'Archeozoico e con esso anche il Protero-

(1) *Geology. Earth History,* vol. II, pagg. 160-61. Londra, 1908. Cfr. per speciali cognizioni e recentissime: PIRSSON e SCHUCHERT, *Text-book of Geology.* New York, 1915.

zoico da alcuni adottati. Siccome nel precambriano è il nodo del problema che si riferisce alle origini della vita, poichè nel cambriano questa improvvisamente appare con molta ricchezza di forme di invertebrati marini, su di esso io limito per ora il mio discorso, e neppure per il precambriano d'ogni continente, che ciò sarebbe lungo lavoro, ma soltanto a quello dell'America settentrionale, dove è stato gran fervore di ricerche e si sono avute varie rivelazioni che riguardano le prime apparizioni della vita animale e vegetale.

Dove possono trovarsi fossili, è noto, dev'esservi formazione sedimentare; ma fino a pochi anni addietro si riteneva che i terreni denominati primitivi e quindi riferiti all'archeano fossero tutti di natura ignea, alcuni soltanto metamorfici; ma ora nuove e continue osservazioni hanno chiaramente rivelato che esistono formazioni sedimentari di natura calcarea e conglomerati che suppongono l'azione erosiva, questi ultimi, delle roccie e il trasporto dei blocchi, mentre le prime ammettono i depositi in bacini marini oceanici o epicontinentali, ovvero anche in bacini lacustri. Vero è anche che tali terreni sedimentari in qualche parte hanno subìto, per mezzo dell'azione ignea, metamorfosi, ma questa azione non ha investito tutti questi terreni; in ogni modo essi sono egualmente antichi e antichissimi che si vedono quasi alla base delle roccie che costituiscono la crosta terrestre.

Il valore e il significato dei terreni sedimentari hanno riguardo principalmente a ciò che si possa riferire alle prime manifestazioni di esseri viventi nelle forme di flora e di fauna; è ciò tanto più verisimile in quanto che la formazione dei sedimenti calcarei dipende da vari fattori, fra i quali è riconosciuto che trovasi l'azione di alghe, bacilli, animali protozoari; come le formazioni in cui trovasi carbone suppongono la presenza di piante. Da questo aspetto è necessario che io dica qualche cosa che riguarda i terreni primitivi denominati e divisi e suddivisi in modo vario, e secondo le località regionali e secondo la posizione in cui le varie formazioni si sono trovate: ciò che ha influito a far nascere differenti opinioni, divenute in qualche momento irreconciliabili fra gli osservatori che han tratto conclusioni più o meno personali.

Frattanto prendo un esempio di precambriano dalle esplorazioni del Canada, nel quale sono descritte le roccie che lo compongono, varie e di ogni natura. Questo esempio non è in contestazione, nè è discusso, soltanto è esposto semplicemente. L'esploratore è Stuart J. Schofield, e la regione è ad oriente di Kootonay nella British Columbia (1).

---

(1) " Summary Report of the Geological Survey, Department of Mines for 1912 ". Ottawa, 1914.

PRECAMBRIANO *(Serie Purcell)*.

Formazione Roosville. — Argillite silicea verde. Spessore 500 piedi.

Phillips. — Argillite silicea rosso-purpurea e verde, arenaria. Spessore 550 piedi.

Formazione Gateway. — Quarzite grigiochiara, dolomite silicea e calcarea. Spessore 2025 piedi.

Lava Purcell. — Basalto amigdaloide. Spessore 300 piedi.

Formazione Siyeh. — Limo schistoso, verde e purpureo con fratture; calcare. Spessore 4000 piedi.

Kitchener. — Quarzite argillosa grigioscura schistosa. Calcare. Spess. 4500 piedi.

Creston. — Quarzite argillosa grigiochiara e quarzite pura. Spessore 5000 piedi.

Formazione Aldridge. — Quarzite argillosa profondamente schistosa, ardesia. Numerosi strati interstiziali di gabbro a varî orizzonti. Spessore 8000 piedi.

L'autore commenta: Le roccie della catena Purcell formano la parte occidentale del gruppo antico di sedimenti disposti nella geosincline delle montagne Rocciose. Questi sedimenti, detti la serie Purcell del precambriano, consistono in un grande spessore di quarziti a granuli fini, di quarziti argillose, argilliti e calcari. Nei vari orizzonti della serie sono comunissime caratte-

ristiche di basse acque che racchiudono forme ondulatorie (*ripplemarks*), fratture nel limo indurito (*mud craks*) e forme cristalline di sali.

La formazione Aldridge è la più antica della serie Purcell delle roccie sedimentarie: consiste di quarziti argillose e di pure quarziti insieme con una quantità di argillite. Similmente la formazione Creston, che giace direttamente in concordanza su l'Aldridge, consta di serie bene stratificate di quarzite argillosa grigia, di pure quarziti e arenarie con sottili intercalazioni di argillite. Così si può dire delle altre formazioni, che la loro composizione è stratificata per sedimenti, i cui elementi sopra sono enumerati. Tali sedimenti sono assolutamente privi di fossili.

Dimostrato con questo esempio il fatto che nel precambriano esistono formazioni sedimentarie, non ho detto che troppo poco, perchè non ho accennato ai periodi di formazione relativa e alla successione di tali formazioni, nè alle spiegazioni varie che si sono presentate nei differenti luoghi dove s'incontra il precambriano nell'America settentrionale, Canadà e Stati Uniti. Bisogna dire qualche cosa intorno ai problemi geologici sorti dalle interpretazioni varie.

I grandi dissensi e per la classificazione e per la nomenclatura del precambriano si manifestarono fra Lawson, Adams, Collins, Coleman, Van Hise, Leith e altri ancora, e questi dissensi vennero anche a svolgersi al 12° Congresso internazionale di Geologia tenuto al Canada nel 1913.

Nel 1909 Van Hise e Leith avevano fatto un'esposizione obbiettiva e ragionata sul precambriano del Nordamerica (1). Il libro, molto voluminoso, serviva e serve bene alla storia dei fatti e della interpretazione di essi secondo i vari autori, i quali, malgrado i risultati pubblicati dalla Commissione internazionale per la classificazione del precambriano, rimasero nella loro propria opinione, come vedesi dai lavori posteriori dei medesimi autori. Le considerazioni, però, di ciascuno rispetto al sostegno della propria opinione, hanno molto valore per noi, in quanto che rivelano le condizioni delle formazioni varie attribuite al precambriano in quanto riguarda la presenza o l'assenza di fossili che rivelino la vita, e la relativa posizione di quei pochi che sono stati scoperti; perchè questo è lo scopo della mia ricerca particolare.

Vi sono molti nomi che ricorrono nelle classificazioni varie, nomi che indicano formazioni, serie, epoche, periodi, divisibili o non in tempi più o meno apprezzabili; e vi sono ancora fatti che mostrano come tali formazioni a serie o altro non sempre sono in successione continua ininterrotta, che in geologia dicesi concordanza (*conformity* nei geologi inglesi e americani); ma invece sono in discordanza (*inconformity*); dis-

(1) *Pre-Cambrian Geology of North America.* Washington, 1909. Bull, 360, " U. S. Geological Survey ".

cordanza non di eguale intervallo, perchè i disturbi terrestri, diastrofismi, erosioni ed altri, non sono stati di egual valore ed energia in ogni luogo e in ogni tempo, e così egualmente lo spessore dei depositi nei sedimenti e la grandezza e la estensione delle trasgressioni marine nei continenti. Da ciò deriva il fatto che localmente si trovano differenze grandi, spesso, che possono portare a giudizi anche differenti sul valore e sul tempo della successione degli eventi. Io credo che qualche volta si possa spiegare per questi motivi la divergenza in alcuni autori; i fenomeni fondamentali però non possono mutare, qualunque sia il modo come vengono interpretati e i nomi con i quali sono indicati. Difatti negli ultimi tempi la questione principale si restringeva a sapere quali siano i limiti del precambriano, prevalendo ancora un poco il concetto di un'epoca archeana separata.

Partiamo dalla classificazione del precambriano già data secondo la Commissione internazionale, e ritroveremo di nuovo le divergenze spiccatamente manifestate al Congresso di Geologia al Canada (1913).

Lawson continua a sostenere il suo modo di interpretare il così detto Shield del Canadà, dove le ricerche e le esplorazioni sono state fruttuose. Nella classificazione internazionale trovasi come base il Laurenziano e dopo un contatto eruttivo la serie Keewatin, cioè le formazioni considerate più antiche. Invece Lawson crede di riconoscere

una serie di sedimenti nella regione di Woods e del lago Rainy col nome locale di Coutchiching giacente sotto alla serie Keewatin e rappresentante la base della intera serie sedimentaria. La Commissione aveva trovato che Coutchiching stesse al di sopra di Keewatin e lo eliminò. Ma i membri del Congresso del 1913 in altra località scoprirono appunto come aveva veduto il Lawson. Il quale in un nuovo esame della regione del lago Rainy credè opportuno di presentare una classificazione al Congresso, classificazione che ampliò in seguito in un nuovo e recentissimo scritto (1). Io credo opportuno di trascriverla (v. pag. seguente).

Il distacco maggiore di questa classificazione si ha nel collocare il Laurenziano al di sopra della serie Grenville, Keewatin e Coutchiching; la serie Grenville entra ora per la prima volta nella classificazione; indi di costituire un'epoca Algomiana e una Ontariana. Basterebbe leggere gli atti del Congresso per vedervi l'opposizione alle vedute di Lawson.

Adams discute in altra parte la classificazione di Lawson e crede che la serie Coutchiching possa considerarsi come parte della Keewatin. In seguito crede anche di dimostrare che il Lauren-

---

(1) Cfr. *Congresso* cit., *A Standard Scale for the Pre-Cambrian Rocks of North America*, „ Bulletin Department Geology Univ. California „, vol. 10, 1, 1916.

<table>
<tr><td rowspan="2">ÈRA PALEOZOICA</td><td rowspan="2">ALGONKIAN (*Periodo, Sistema*)</td><td>Keweenawan (*Epoca, Serie*)</td></tr>
<tr><td>Animikian (*Epoca, Serie*)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Intervallo Eparcheano</td></tr>
<tr><td colspan="3">Rivoluzione Algomiana</td></tr>
<tr><td rowspan="7">ÈRA ARCHEANA</td><td rowspan="2">HURONIAN (*Periodo, Sistema*)</td><td>Temiscanian (*Epoca, Serie*)</td></tr>
<tr><td>Bruce (*Epoca, Serie*)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Intervallo Epilaurenziano</td></tr>
<tr><td colspan="2">Rivoluzione Laurenziana</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ONTARIAN (*Periodo, Sistema*)</td><td>Grenville (*Epoca, Serie*)</td></tr>
<tr><td>Keewatin (*Epoca, Serie*)</td></tr>
<tr><td>Coutchiching (*Epoca, Serie*)</td></tr>
</table>

ziano non giace fra l'Huroniano e il Keewatin, invece esso è intruso nel Keewatin giungendo sino alla base dell'Huroniano inferiore; l'Algomiano non trovasi fra Huroniano e Animikie, ma è intruso per tutta la serie fino alla base di Animikie. Così secondo lui deve modificarsi la successione di Lawson:

Cambriano superiore.

Discordanza.

Keweenawan.

Discordanza.

Animikie.

Intervallo eparcheano.

Huroniano superiore. — Interrotto dal granito Algomian.

Discordanza.

Huroniano inferiore. — Interrotto dal granito Algomian.

Intervallo epilaurenziano.

Keewatin. — Interrotto dal Laurenziano, granito recente.

Coutchiching. — Interrotto dal Laurenziano, granito recente.

Contatto intensivo.

Laurenziano, granito.

La serie Grenville è nuova nella classificazione di Lawson, ma Adams si occupa anche di essa

considerandola come una nuova faccia del precambriano (1).

Ma prima di passare ad altri concetti che stimiamo utili a far conoscere per lo scopo nostro, è bene aver presente la delineazione sommaria che fa Adams dei tempi precambriani nella regione dei Grandi Laghi.

« Poggiando sul Laurenziano, benchè penetrata da questo, si trova la serie più bassa e più antica dei sedimenti. Questa è la serie Keewatin largamente estesa, con i suoi flussi di lava e materiali piroclastici stratiformi se non stratificati, che contiene, secondo Coleman, quasi tanto materiali di origine sedimentaria quanto materiali di origine vulcanica; i quali da altri si credono composti quasi esclusivamente di materiali vulcanici o almeno di origine ignea. Ciò in ogni caso accade in roccie indubbiamente sedimentarie del Coutchiching. Questo rappresenta il primo lungo periodo e apparentemente diffuso di sedimentazione nello Shield. Seguì un'epoca d'intenso increspamento e metamorfismo accompagnata da intrusioni granitiche batolitiche. La spinta che diede origine all'increspamento venne dal sud-est e fu esercitata contro l'antico continente. Gl'increspamenti avvenuti furono sviluppati in una direzione approssimativamente parallela al corso del pre-

---

(1) Cfr. ***Problems of American Geology***. New Haven, 1915. ***Problems of the Canadian Shield***: ***The Archaeozoic***.

sente fiume e golfo di S. Lorenzo. Lungo gli assi di questi increspamenti spuntarono grandi batoliti granitici, disintegrando, frantumando, metamorfosizzando e in parte assorbendo la superficie inferiore dei sedimenti invasi. Questi movimenti possono essere tracciati sopra migliaia di miglia quadrate. Questa epoca di diastrofismo ebbe per risultato l'elevazione di grandi parti della regione e portò alla chiusura del primo capitolo chiaramente riconosciuto nella storia dello Shield.

« Dopo prolungata e profonda denudazione, corrispondente all' intervallo Epi-laurenziano, il mare di nuovo fece una trasgressione sul Canadian Shield, e in questo mare furono depositati l'Huroniano inferiore e il medio. Questo mare certamente coprì la regione dei Grandi Laghi e si estese ad occidente così lontano come al principio del lago Winnipog e al nord fino al lago Mistassini, e in luoghi almeno verso nord, come alla baia di Hudson. Questo periodo di sedimentazione fu seguìto da un'altra epoca di diastrofismo. Di nuovo la spinta venne dal sud-est, con risultati di estese increspature e di nuovo ancora con intrusioni di grandi batoliti granitici, questa epoca di diastrofismo segnando la chiusura del secondo grande capitolo nella storia della regione.

« Seguì un altro periodo di erosione lungo e profondo — l'intervallo Eparcheano — durante il quale molti degli antichi depositi sedimentari

furono spazzati via e le « radici delle montagne » furono lasciate scoperte.

« Seguì un'altra trasgressione del mare estesa largamente, in cui furono deposti i sedimenti della serie Animikie-Nastopoke. Questi sedimenti presentano lo stesso carattere generale in località molto separate fra loro. Si trovano non solo nella vicinanza immediata dei Grandi Laghi, ma roccie di questo periodo formano catene di isole che si estendono per 300 miglia lungo la costa orientale della baia di Hudson, raggiungendo in alcuni posti uno spessore di 3000 piedi. Strati apparentemente di questa età sono stati anche trovati sopra larghi tratti nel Labrador centrale e con le sovrapposte roccie Keweenawan-Athabascan occupano grandi aree nella regione verso Coppermine River. Nessuna serie precambriana è esposta sopra tanto grande area in Laurenzia » (1).

Da questa delineazione emerge il fatto, anche se non confermato in tutti i particolari, che vi furono tre invasioni marine fin dai periodi più arcaici dopo il Laurenziano e sedimenti corrispondenti; non sembra che vi siano ragioni sufficienti di separare ora, sistemi archeano e precambriano come si vorrebbe.

Al Congresso geologico del Canadà un altro chiaro geologo presentò una nuova classificazione,

---

(1) L. c., pagg. 59-61.

il Collins (1), ma io la tralascio e mi occupo invece della esposizione delle idee di Coleman, che interessano per lo scopo nostro (2). Si trova qualche accenno storico che è utile conoscere, anche per meglio intendere ciò che ho esposto e ciò che vado esponendo. L'esattezza esige che io traduca piuttosto che riassuma con la mia parola, quando è necessario.

La geologia del Canadà comincia da Logan; egli distinse il Laurenziano e l'Huroniano, il primo come il più antico cristallino, il secondo come sedimentare; in sèguito i geologi cominciarono a considerare il Laurenziano come interamente eruttivo, e dividevano l'Huroniano in gruppo vulcanico che chiamavano Keewatin, e la parte superiore Huroniano considerata come sedimentare. Fu però trovato che il gruppo inferiore inchiude roccie sedimentari e vulcaniche. Lawson scoprì una serie di sedimenti sicuri che chiamò Coutchiching. In sèguito Adams e Barlow separarono dal Laurenziano sud-est una serie molto profonda di calcari e di altre roccie sedimentari, simili in età al medio Laurenziano di Logan, e lo riconobbero come Grenville. Frattanto geologi americani esplorando verso il lago

---

(1) *A Classification of the Pre-Cambrian Formations in Region East of Lake Superior*. Congrès Géologique International, 12e Session. Canada, 1913.

(2) *The Protorozoic of the Canadian Shield and its Problems*. In *Problems of American Geology* cit.

Superiore, sostituirono alla parola Laurenziano Archeano, e ad Huroniano Algonkiano, definendo l'Archeano come un complesso eruttivo costituito di roccie plutoniche e invadente il Keewatin, mentre l'Algonkiano rimaneva in discordanza sopra l'Archeano, e consisteva principalmente di sedimenti. « L'idea sembra di essere stata quella di separare uno stadio primitivo nel raffreddarsi della terra quando tutte le roccie erano eruttive e non esisteva acqua nè vita, da uno stadio oceanico più tardivo di sedimentazione diffusa. Il trovare sedimenti di formazione acquea in larga scala nelle serie inferiori, distrusse il fondamento di questi aggruppamenti del precambriano, e molto recentemente è stato ammesso da tutti che roccie di formazione acquea possano trovarsi in ogni orizzonte anche nel più basso. Si può difficilmente dubitare che l'acqua esisteva sulla terra come un liquido anche allo stadio più primitivo noto alla geologia; e la supposta corteccia originale dovuta alla superficie raffreddata d'un globo in fusione è svanita dalla successione geologica conosciuta ».

Allora il Coleman si chiede: « Se acqua esisteva ai tempi primitivi conosciuti, perchè non esseri viventi? Questo pensiero, secondo lui, fa logica la classificazione della età pre-paleozoiche in archeozoico e proterozoico, che ammettesi di generale accettazione. Io non seguirò il nostro autore nelle sue varie e molte considerazioni, perchè uscirei dal mio cammino che ha un ob-

biettivo differente dal fatto geologico; ma non pertanto è utile che io riporti la sua nuova classificazione, che si allontana molto dalle due antecedenti, pure avendo qualche cosa in comune con quelle. In essa troviamo di nuovo, come in Lawson, il Laurenziano al disopra di Keewatin e Grenville, mentre è introdotta una serie nuova, Sudburian, studiata principalmente da lui medesimo e di cui ne fece un'esposizione al Congresso del Canadà.

La classificazione è la seguente:

Proterozoico recente	Keweenawan	
	Discordanza.	
	Huroniano superiore	Huroniano tipico.
	Piccola discordanza	
	Huroniano inferiore	
	Grande discordanza	
Proterozoico antico	Laurenziano, granito e gneiss	
	Contatto eruttivo	
	Sudburiano — Temiscaming, Pontine, ecc.	
	Grande discordanza.	
Archeozoico	(Granito eruttivo attraverso le serie inferiori)	
	Contatto eruttivo	
	Keewatin e Grenville.	

Già conosciamo la composizione della serie Keewatin e Grenville che qui troviamo alla base dell'Archeozoico; è del Sudburian col quale incomincia il Proterozoico, che bisogna dire qualche parola; un'esposizione completa trovasi nella ci-

tata memoria dell'autore. Le roccie del Sudburian sono sedimentarie e

« eccetto per l'assenza di fossili e per la presenza usuale di un volume considerevole di materiali metamorfici, esse assomigliano in tutto a sedimenti recenti. Non si trovano forme speciali che richiedono l'azione di cause differenti da quelle che operarono nel paleozoico o in tempi più tardivi. Al contrario ogni tipo di roccia ha la sua corrispondenza in età posteriori; dove le roccie posteriori hanno subìto forze dinamiche o sono state penetrate da grandi masse eruttive, come in varie regioni montane, anche i caratteri metamorfici sono quelli ripetuti negli schisti paleozoici.

« La modernità delle roccie sedimentarie del Sudburian, se gli effetti dovuti alla formazione delle montagne e all'eruzione del granito sono ammessi, lascia in noi un'impressione che sorprende. L'atmosfera dev'essere stata simile a quella dei tempi posteriori in valore e composizione; l'acqua agiva allora come ora; gli estremi del caldo e del freddo sembra essere stati normali; benchè non si abbia alcuna prova, animali e piante devono avere esistito. Il mondo era già completamente organizzato secondo le linee che seguirono d'allora. Non vi ha alcuna idea di condizioni primitive radicalmente differenti da quelle che prevalsero in sèguito, e nessuna evidenza vi ha che l'interno calore della terra fosse maggiore di quello attuale »,

Il medesimo autore, dopo di avere largamente esposto le formazioni incluse nella sua classificazione, viene a catalogare, come in sintesi, la successione degli eventi come egli li ha concepiti, e che io trascrivo fedelmente anche nella posizione rovesciata da lui preferita (v. pagina seguente).

Ho letto le obbiezioni che sono state fatte a questa e alle altre classificazioni e per la differente posizione data alle serie formative e per la nomenclatura; ciò interessa sopra tutto il geologo; ma un fatto è necessario rilevare che interessa il biologo, la natura sedimentaria di molte formazioni rilevata da ogni geologo, qualunque classificazione si faccia; i sedimenti finora segnalati dagli autori da cui abbiamo tratto le notizie, si trovano in varie serie anche nelle più antiche e di carattere marino la maggior parte.

In quanto alla classificazione del precambriano noi possiamo accettare la proposta, che sembra pratica, del Sederholm fatta al Congresso citato; egli propone questo: « Il precambriano comprende tutte le formazioni più antiche degli strati dell'orizzonte *Olenellus*, e non può essere ristretto a qualche minore suddivisione di questo complesso » (1). Così, se si accetta questa proposta per ciò che riguarda la paleontologia e le prime apparizioni della vita animale, si avrà:

---

(1) *Congresso*, cit., pag. 381.

ARCHEOZOICO	*Coutchiching.*	– Depositi marini (materiali derivati dall'area terrestre).
	Keewatin.	– Eruzioni vulcaniche.
	Grenville.	– Sedimenti marini. Primo periodo di formazione delle montagne. Distruzione di montagne per forze epigeniche, condizioni continentali.
PROTEROZOICO PRIMITIVO	*Sudburian.*	– Probabili condizioni continentali, invasione marina posteriore. Secondo periodo di formazione delle montagne. – Laurenziano. Distruzione delle montagne e formazione di plenoplani, condizioni continentali.
PROTEROZOICO POSTERIORE	*Huronian.*	– Tillite formata da ghiacci continentali seguiti da depositi di acque dolci o marine. – Clima freddo.
	Animikie.	– Depositi marini. – Dello Shield sommersa gran parte o tutto.
	Keweenawan.	– Grande attività vulcanica sulla terra e depositi continentali, condizioni desertiche.
PALEOZOICO	*Cambriano.*	– (Arenarie del Lago Superiore). – Parte meridionale dello Shield sommersa.

Paleozoico che comprende la fauna dell'orizzonte *Olenellus* in poi, cambriano inferiore, fino al permiano compreso.

Archeozoico o *Precambriano*, tutte le formazioni inferiori allo strato di *Olenellus*, senza distinzione di sorta. Se non si avessero già fossili, benchè rari, nel precambriano, avremmo preferito il tilolo di *Azoico* per l'*Archeozoico*.

II.

Sommario: Perchè mancano i fossili nel precambriano. Spiegazioni di Brooks, Daly, Lane, Chamberlin. Walcott e la fauna *lipaliana* in sedimenti di origine non-marina. Improvvisa apparizione della fauna cambriana. Obbiezioni.

« If water existed at the earliest known times, why not also living beings? ». Così si chiedeva Coleman; e in seguito: « The modernity of the sudburian sedimentary rocks is the most surprising impression left upon one's mind.... and there is little doubt that plants and animals existed, though the positive evidence for them is lacking ». Coleman non trovò risposta alla sua domanda, e l'affermazione dell'esistenza di piante e di animali non è avverata che in casi eccezionali. Invece il cambriano comincia con una fauna varia, con rappresentanti di tutti i tipi di invertebrati marini, come una brusca e subitanea apparizione. I biologi lo sanno, e alcuni hanno voluto spiegare il fatto dell'assenza di fossili nel precambriano per la mancata conservazione; essi si sarebbero distrutti, ciò che non è provato anzi è provato il contrario per

il cambriano, dove animali delicati hanno conservato le loro traccie o le loro spoglie, come vedremo.

Brooks e Daly hanno tentato di spiegare il fatto. Brooks ha sviluppato l'ipotesi che gli oceani algonkiani (precambriani) meno antichi contenevano tutti i tipi fondamentali degli animali ma soltanto con corpo molle, i quali fino all'epoca cambriana non avevano cominciato a formare le parti dure. Nel raggiungere e nello scoprire la spiaggia essi cominciarono a svilupparsi rapidamente e ad avere una lotta per l'esistenza; ciò richiedeva lo sviluppo delle parti dure, che poi noi troviamo conservate come fossili. In modo più esplicito egli stabilisce a spiegare i fossili cambriani e l'assenza di essi nel precambriano che:

« 1. La fauna primitiva del fondo marino era interamente animale, senza piante, e sul principio dipendeva direttamente dall'alimentazione pelagica.

« 2. Questa fauna erasi stabilita intorno ad aree elevate in acque profonde abbastanza da rimanere lontane dall'influenza della costa.

« 3. I grandi gruppi di animali furono rapidamente fondati da progenitori pelagici.

« 4. Gli animali del fondo rapidamente crescevano in grandezza, le parti dure furono presto acquistate.

« 5. La fauna di fondo subito si sviluppò fra animali pelagici.

« 6. Dopo lo stabilimento della fauna di fondo, presto avvenne la differenziazione fra i rappresentanti di ciascun tipo primitivo, e portò all'estinzione di forme che erano in relazione ».

L'ipotesi di Brooks ripresa da Daly subì una variazione profonda. « Questi suppone che la quantità di calcare e di magnesia necessaria a costituire le parti dure degli animali non si trovasse nell'oceano sino al precambriano più recente; che avanti questo tempo tutto il calcare e la magnesia fossero depositati per mezzo di ammonio carbonato organico, nulla lasciando per gli animali; che il grande accumulo di calcare e di magnesia, essendo in eccesso sopra quello depositato dall'ammonio carbonato, fu dovuto ai movimenti orogenici seguiti da livellamenti verso la chiusura del precambriano. Daly anche conchiude da analisi di formazioni carbonate precambriane che la magnesia fosse relativamente più abbondante nel precambriano che in seguito. La magnesia sarebbe stata deleteria sopra la vita animale. Inoltre Lane ha emesso il concetto che l'oceano precambriano avesse una composizione differente da quello odierno, e che questa differenza di composizione ebbe un effetto sopra lo sviluppo e la conservazione della vita » (1).

---

(1) Queste notizie prendo da VAN HISE e LEITH, *Pre-Cambrian Geology of North America* cit., pagg. 34, 35, 96.

Chamberlin, invece, avanza l'ipotesi che la vita siasi manifestata prima in acque dolci, perchè le piante, alimentazione diretta ed indiretta di animali, non nacquero prima nel mare. Ma egli stesso crede che la sua ipotesi, come quella di Brooks, non possa soddisfare (1).

Lane discute la tesi di Quinton intorno all'origine oceanica della fauna e quella di Brooks, e ammette che l'oceano precambriano avesse una composizione differente da quella degli oceani odierni, e questa differente composizione avrebbe avuto un effetto importante sullo sviluppo e la conservazione della vita (2).

Walcott tenta di risolvere il problema con altri argomenti. Il suo concetto è che il precambriano, nel nome di Algonkiano o Proterozoico, non è composto di sedimenti marini, ma di acque dolci, laghi, mari interni e epicontinentali, acque fluviatili. La fauna che viveva negli oceani precambriani, non penetrava nell'interno dei continenti, se non all'epoca cambriana con la trasgressione marina, donde l'apparizione improvvisa della fauna cambriana. Quei pochi elementi di fauna scoperti in alcuni sedimenti algonkiani, sono come un residuo penetrato occasionalmente dai littorali che importavano fauna; egli denominò questa fauna *lipaliana*, cioè residui marini. Per

(1) *Geology* cit., vol. II, pag. 302-3.

(2) *The early surrounding of life*, " Science ", vol. 26°, pag. 129 e seg., 1907.

Walcott questa sarebbe una prova che la vita nacque e si svolse nel mare e non in acque dolci continentali.

Walcott nel suo primo lavoro, che è una comunicazione al Congresso internazionale di Geologia a Stocolma, crede di dimostrare il carattere dei sedimenti algonkiani (parla di *later Algonkian*) per mezzo dell'analisi di questi e dei confronti con altri sedimenti di età posteriore, eocenici e miocenici, e infine con l'assenza di fossili; quest'ultimo argomento invero esige esso stesso una dimostrazione. Riassume, e io credo di tradurli, così i suoi argomenti:

« 1. La vita probabilmente si sviluppò prima nell'oceano, com'è ammesso da Brooks.

« 2. La vita degli oceani divenne adatta sul littorale nel periodo algonkiano, durante il tempo nel quale la relazione di tutti i continenti col livello del mare era essenzialmente la stessa che al presente, ovvero i continenti possono essere stati ancor più elevati rispetto agli oceani che li circondano.

« 3. Il periodo dell'elevazione continentale algonkiano era di una durata sufficiente per permettere lo sviluppo, lungo le rive e le scogliere del continente, dei tipi scoperti nelle roccie basali del cambriano; ma i sedimenti che contengono i ricordi di questa vita, sono probabilmente nascosti sotto gli oceani odierni.

« 4. I noti fossili contenuti in sedimenti Algonkiani della geosincline cordiglierana vive-

vano in acque dolci o salmastre, che erano raramente in rapporto con le acque marine sui margini del continente Algonkiano del Nord-America. Ciò spiegherà la improvvisa apparizione di un vero crostaceo altamente organizzato scoperto nella serie Belt.

« 5. Quando le acque oceaniche ebbero accesso nelle aree continentali Algonkiane, alla chiusura di questa èra, portarono seco la fauna littoranea che si sviluppò durante la sedimentazione lipaliana, e seppellirono i loro residui nella sabbia e nel fango che formano i depositi del cambriano inferiore.

« 6. L'apparenza dell'apparizione improvvisa della fauna del cambriano inferiore è perciò da esplicarsi per l'assenza, sulle nostre aree presenti, di sedimenti e da qui le forme del periodo lipaliano. Ciò risultava dall'essere l'area continentale al disopra del livello del mare durante lo sviluppo dei progenitori ignoti della fauna cambriana.

« Queste conclusioni sono basate sull'assenza di fauna marina nelle roccie Algonkiane; fino a quando non se ne sarà scoperta, io non conosco spiegazione più probabile per esplicare l'apparizione istantanea della fauna cambriana » (1).

Questa spiegazione di Walcott merita una

(1) *Abrupt appearance of the Cambrian fauna on the North American continent,* " Smiths. Miscell. Collect. ", vol. 57, 1910, n. 1.

considerazione maggiore di quelle proposte da altri e sopra ricordate; è necessario, quindi, di darle maggiore svolgimento, come lo diede già lo stesso Walcott in seguito in altri lavori importanti di cui ci occuperemo in appresso. Io credo che meglio non si possano esporre i concetti dell'autore che traducendoli letteralmente, come faccio.

« Il carattere e la struttura delle formazioni pre-Algonkiane indicano che verso la chiusura dell'èra archeozoica seguì un periodo di diastrofismo universale, che risultava nel ritirarsi delle acque oceaniche o nell'innalzarsi delle masse americane e di tutti gli altri continenti in relazione agli oceani. Il grande mutamento (rivoluzione Laurenziana) fu accompagnato o seguìto da disturbi locali, i quali produssero profondi ripiegamenti e il metamorfismo del complesso proterozoico, con la formazione di catene montuose, altopiani, valli e terre basse.

« Due geosinclini continentali estese subparallele alle linee occidentali ed orientali delle coste nordamericane cominciarono a formarsi al principio dell'epoca algonkiana (proterozoica). Quando furono separate dagli oceani, e mentre la superficie di queste grandi aree si elevava sul livello delle acque marine, esse ricevevano sedimenti terrigeni algonkiani, che cominciavano ad accumularsi su piani irrigati da fiumi e su altre aree favorevoli, o furono depositati in mari epicontinentali di acque dolci e basse o laghi,

che riempivano le poco profonde depressioni dentro l'area delle geosinclini. La geosincline occidentale o delle Cordigliere si estendeva presso a poco dal principio del golfo di California verso nord, probabilmente fino all'oceano artico (1).

« In Arizona ciò che è rimasto del periodo algonkiano di sedimentazioni, è rappresentato da circa 12000 piedi di spessore di arenaria, argille e calcari del gruppo Gran Canyon. In Utah e Nevada sembra che gli accumuli sedi-

---

(1) A far comprendere bene quanto espone il Walcott su la geologia precambriana, credo utile definire il linguaggio adoperato. " Una combinazione di catene di montagne, come quella delle Ande, costituisce una *Cordigliera*. Così tutta la vasta regione montagnosa che si stende dal fronte orientale delle montagne Rocciose al Pacifico e dal Messico verso nord per gli Stati Uniti al Canada fino all'Alasca, con le loro varie catene, sistemi e linee, come le montagne Rocciose, la Sierra Nevada, la Cascada e le linee costiere, ecc. è collettivamente conosciuta come Cordigliera nordamericana ".

Prima che sorgessero tali catene di montagne il continente americano del nord aveva una grande elevazione a oriente, cui è dato il nome di Appalachia, e una depressione parallela che costituisce la geosincline appalachiana; un'altra simile ad occidente era col nome di Cascadia con la depressione o geosincline cordiglierana; al nord trovavasi, e trovasi l'enorme masso che chiamasi lo *shield* canadese, che ha rivelato la storia più antica del prcambriano; a sud trovasi la Columbia con la depressione Quachita. Il rimanente, che è intorno, era un'area mediana neutrale. Cfr. Pirsson e Schuchert cit., pagg. 351, 357, 576-8. Fig. 282, 365, 366.

mentari siano soltanto di arenaria e di roccie silicee, mentre in Montana si trova uno sviluppo di calcare di 4800 piedi in spessore, unito a quasi 20000 piedi di strati silicei e di arenaria. A nord il calcare di Siyeh ha uno spessore di 4000 piedi.

« In Alberta, parte occidentale, in British Columbia, ad oriente circa 54° N. L. i sedimenti algonkiani sono molto simili a quelli di Montana. Nella regione Montana della più grande accumulazione di sedimenti algonkiani la fossa cordiglierana sembra di essere stata colmata in tale estensione prima del periodo cambriano, possibilmente da un delta di fiume, chè il mare cambriano della Cordigliera avanzandosi a depositare i suoi sedimenti, incontrava una barriera centrale dalla parte orientale della fossa.

« Dalla fossa cordiglierana le deposizioni probabilmente si estendevano verso oriente al Texas centrale, nel Colorado centrale al Dakota meridionale, e possibilmente al bacino del Lago Superiore.

« Brevemente riassumendo si può affermare che il periodo Algonkiano nel Nordamerica con le sue grandi formazioni epicontinentali fu un'epoca di elevazione continentale e di grande sedimentazione terrigena in ***masse di acque non marine***, e di deposizioni per mezzo di processi aerei e fluviali in aree favorevoli. Sedimenti marini accumulati nelle acque lungo le esterne rive oceaniche del continente e grandi quantità di

materie eruttive furono respinte nella regione centrale del Lago Superiore (Keweenawan). Gli agenti di diastrofismo continuarono ad esercitare la loro influenza per un lungo periodo, benchè col decrescere dell'energia, fino a che divennero praticamente colmi durante l'ultimo tempo dell'Algonkiano.

« È molto probabile (aggiunge) che l'area (del Nordamerica) fosse maggiore che ora, perchè nessun deposito marino dell'età Algonkiana contenente vita precambriana, come quello che fu deposto nel tempo Lipaliano immediatamente anteriore al cambriano, è stato scoperto nel continente nordamericano e altrove, per quanto è noto » (Nota bene. Per *Lipalian* dal Walcott fu proposto quel periodo sconosciuto di sedimentazione marina fra l'adattamento della vita pelagica alle condizioni del littorale e l'apparire della vita (fauna) del cambriano inferiore. Rappresenta il periodo fra la formazione dei continenti Algonkiani e la primitiva invasione del mare del cambriano inferiore. Lipalian deriva da *λειπα* + *ἁλς*, residui marini) (1).

È necessario fermarsi su questo concetto di Walcott di *non-marini sedimenti* nel periodo Algonkiano (italico dello stesso Autore), in quanto che questo è per un'affermazione relativa alla fauna cambriana molto ricca. Difatti troviamo

---

(1) Walcott, *Pre-Cambrian Algonkian Algal Flora*, " Smiths. Miscell. Collections ", vol. 64, 1914, n. 2.

questo concetto ripetuto ed esteso al continente asiatico nello studio che egli ha fatto sulla fauna cambriana in Cina (1). Riferisco le stesse parole del Walcott, perchè nulla sia alterato del suo pensiero su questa materia.

« La composizione materiale della superficie della regione che attendeva l'invasione del mare cambriano dev'essere stata, come è descritta da Willis, molto largamente fatta di creta e di sabbia, che risultavano dalla lunga disintegrazione della superficie continentale ad una relativa bassa quota. Applicando questa conclusione, noi induciamo che il continente asiatico al principio del periodo cambriano fosse realmente un continente senza forme determinate *(featureless)*, e che la trasgressione del mare cambriano gradatamente si avanzò, trasportando con sè la vita marina che si sviluppava nel mare sui pendii continentali durante il lungo periodo in cui la superficie continentale precambriana veniva per erosione ad un basso livello.

« Le relazioni degli strati cambriani con le roccie sottostanti portano alla conclusione che il continente asiatico fosse una superficie di terra durante il primo tempo del periodo cambriano e il lungo intervallo Lipaliano, rappresentato dalla deposizione di una gran serie di roccie sedimentari precambriane sul continente

---

(1) *The Cambrian Fauna of China*, in *Research in China*, Washington, D. C. Carnegie Inst. f., 1913.

nordamericano e di una minore serie sul continente asiatico, descritta da Willis nei sistemi di Wu-t'ai e Hu-t'o.

« Parlando delle roccie di Hu-t'o Willis dice:

« Tutte le roccie del sistema Hu-t'o sono strati sedimentari; conglomerati; quarziti, creta stratificata (*shale*) o calcare, che ha più somiglianza con le roccie paleozoiche non metamorfiche che con gli schisti di Wu-t'ai. Gli eventi fisici che intervennero fra la chiusura del periodo di Wu-t'ai e il principio di Hu-t'o comprendevano maggiori mutamenti e più lungo tempo di quanto occorreva dopo Hu-t'o e avanti Siniau; ma la presenza di una ricca fauna nel mare Siniau distingue questo periodo dal tempo che lo precede, durante il quale le forme della vita, benchè probabilmente numerose, generalmente non si fossilizzarono. Le prossime relazioni del sistema Hu-t'o sono con il terreno Belt di Montana (in America), ed è possibile che fossili cambriani tali quali sono stati trovati nel Belt, possano eventualmente essere scoperti in Hu-t'o ». Così Willis (1).

Walcott commenta:

« Nel paragrafo citato il Dr Willis inconsciamente porta un forte argomento a favore della non-marina origine delle roccie del sistema Hu-t'o, quando dice che la presenza di una

---

(1) *Research in China*, op. cit., vol. 2', 1907. *Systematic geology*, pag. 7.

ricca fauna nei mari Siniau distingue questo periodo dal precedente Hu-t'o. Fu l' assenza di vita marina e il carattere dei sedimenti che mi hanno fatto conchiudere che non vi erano depositi marini sul continente nord-americano (nè probabilmente in qualche altro continente) rappresentante l'intervallo Lipaliano o l'intervallo fra le formazioni fossilifere cambriane e il periodo dello sviluppo della primitiva vita marina precambriana lungo le rive dei continenti.

« Io ora anticipo che se le roccie dei sistemi di Wu-t'ai e Hu-t'o sono studiate con l'idea che esse non sono di origine marina, saranno trovate come depositi, come sedimenti epicontinentali accumulati su piani fluviatili o in masse di acque dolci. In parte esse furono alterate e metamorfosate più che le roccie sedimentari precambriane del Nordamerica, donde può essere più difficile di determinare la loro origine » (1).

Un nuovo argomento a favore della sua tesi il Walcott porta sul fatto della discordanza (*unconformity*) alla base del cambriano, e riferisce nuove descrizioni del Willis intorno alle formazioni del sistema Siniau, e che io non intercalo qui per non allungare questi riferimenti già abbastanza estesi; ma vengo invece alla conclusione del Walcott, che scrive:

---

(1) Walcott, *The Cambrian Fauna of China* cit., pag. 29-30. Id., *The Cambrian Faunas of eastern Asia*, " Smiths. Miscell. Collect. ", vol. 64, 1914, n. 1, pag. 36-37.

« Poichè Willis scrisse ciò che precede nel 1907, io ho completato il mio studio delle relazioni del cambriano col precambriano nel Nordamerica ed ho concluso che la discordanza precambriana è universale in tutte le località di sedimentazione cambriana e che le depressioni in cui i sedimenti precambriani furono depositati erano epicontinentali, principalmente non-marini, e in nessun modo connessi direttamente con la susseguente sedimentazione cambriana » (1).

Non soltanto dunque per il Nordamerica Walcott crede di trovare che i sedimenti precambriani siano di origine non-marina, ma anche per l'Asia orientale e più anche generalizzando, come abbiamo veduto con le stesse sue parole. Questa sua interpretazione è continuamente ripetuta nei suoi lavori sul cambriano e la fauna relativa. Così egli fa quando ebbe l'incarico di una lettura in onore di Dana a New Haven, nella quale raccolse e sintesizzò quello che in proposito aveva scritto fino a quel tempo. È importante però di definire il precambriano di Walcott, e lo fa egli stesso; egli scrive che per lui Algonkiano o Proterozoico comprende le roccie sedimentarie insieme alle eruttive fino alla base dell'Huroniano; il pre-Algonkiano è designato col nome di Archeozoico (2). Così egualmente,

(1) Op. cit.

(2) *The Cambrian and its problems in the Cordilleran region.* Problems of American Geology cit.

quando in un altro importante scritto Walcott vuole mettere in evidenza le prime manifestazioni della vita, la medesima dottrina è esposta in modo chiaro e direi persuasivo (1).

Certamente delle ipotesi presentate, quelle di Brooks, di Daly e di Lane, di cui sopra è parola, e anche di Chamberlin, quella di Walcott sembra la più probabile e quindi la più accettabile, se obbiezioni, a mio parere, gravi non si presentassero. Ricapitoliamo.

Nel precambriano, limitato come ammette Walcott all'Huroniano fino alla base, i sedimenti sarebbero formati da depositi in acque non-marine, non soltanto nel Nordamerica, ma anche in Cina e negli altri continenti.

Per questo motivo quei sedimenti non contengono faune marine, anzi nessuna fauna.

La poca e sporadica fauna che si è trovata nel precambriano, sarebbe un residuo, lipaliano di Walcott, entrata da acque marine costiere, e sarebbe differente dalla cambriana entrata nella trasgressione dei mari cambriani.

Ciò spiegherebbe il fatto che la ricca fauna cambriana apparisca improvvisamente e senza che si abbiano notizie delle forme dalle quali quella dovrebbe essere derivata. Ciò risolverebbe il problema che sorge dal fatto dell'apparizione

---

(1) *Evidences of primitive life.* Annual Report, The Smiths. Instftution, 1915. Washington, 1916.

brusca di una fauna altamente sviluppata e ricca di forme.

I progenitori di questa fauna sarebbero sepolti nei sedimenti in fondo agli oceani.

E ora le obbiezioni mie.

1° È possibile di ammettere che tutto il precambriano Algonkiano si sia formato in depressioni continentali o in laghi o mari epicontinentali, se ha spessori marini di 12000 piedi nella serie Belt, di 25000 nella serie Purcell, o di più altrove, ed ha orizzonti vari, cioè varie formazioni? Quanto grandi avrebbero dovuto essere tali depressioni e la profondità coperta da acque dolci o basse salmastre? Mi sembra difficile una risposta a queste domande.

2° Come trovare una relazione con quanto si conosce riguardo alla serie Sudburian, molto più antica della Huroniana, come abbiamo veduto sopra e secondo Coleman, e che sedimenti che sono giudicati di tipo moderno e che implicano condizioni di clima e di altri fenomeni simili alle moderne? Nelle condizioni anzidette avrebbe dovuto esservi già la vita vegetale e animale, come ammette Coleman, e finora non si ha vestigia.

3° Come conciliare l'ipotesi di Walcott di sedimenti non-marini, quando in tutto lo sviluppo precambriano, che comprende l'Archeano o l'Archeozoico, vi sarebbero state tre, almeno, invasioni marine, come sopra ho riferito?

4° Il periodo detto lipaliano non è molto

chiaro; in ogni caso questo periodo sarebbe tardivo prossimo al cambriano; ma bisogna ricordare che i fossili precambriani finora noti appartengono a tutto il periodo precambriano che Walcott include nell'Algonkiano; i fossili di Steeprock sono dell'Huroniano inferiore. Inoltre le località dove occorrono i fossili lipaliani sono tutte nell'interno del continente americano, come sarebbero Colorado, Arizona, Texas, Steeprock; e questo suppone non una sedimentazione in debole invasione marina, ma una grande trasgressione nel continente in tutta l'America settentrionale così da penetrare nell'interno. Questo avvenimento, che sembra indubitabile, pone in condizione difficile l'interpretazione del Walcott, che sostiene essere le formazioni precambriane avvenute in acque non marine.

5° Ammesso che i sedimenti algonkiani siano di origine non-marina, come si può spiegare il fatto che nessuna forma di vita, oltre le altre, apparisse nelle acque dolci e salmastre, mentre nei mari vi dovrebbe essere stata grande copia di vita, sia pure in evoluzione, che precedeva la fauna cambriana? Nè si può sostenere di esser mancata la fossilizzazione, se alghe e vermi si trovano nei sedimenti per le impronte lasciate.

6° Se la fauna detta da Walcott lipaliana trovasi a differenti livelli e in differenti formazioni, deve essere penetrata nel continente americano in varie volte; allora sorge anche la

domanda: perchè in quelle occasioni non entrarono altri e maggiori elementi.

Queste sono le obbiezioni e le osservazioni che io mi permetto di fare alle idee di Walcott. In quanto alle ipotesi di Brooks e di Daly e di Lane, non si può altro dire che sono speculazioni su indizi poco sicuri e non possono venire considerate.

Il risultato delle considerazioni esposte è che il problema dell'origine improvvisa della fauna cambriana rimane insoluto come prima, malgrado l'ipotesi più plausibile di Walcott; mancando la soluzione di questo problema, manca egualmente la soluzione del problema fondamentale, cioè come sono nate e sviluppate le forme complesse e differenziate della fauna primitiva, che sembra avere avuto origine nei mari e non in terraferma. Le ipotesi che tentarono di spiegare la fauna cambriana, partirono da un postulato compreso nel concetto dell'evoluzione organica, cioè che i progenitori di quella fauna non ci sono rivelati, perchè cause, di cui si è tentato di scoprirne qualcuna, hanno impedito di farli conoscere: tutti attendono le occasioni favorevoli per scoprire questi progenitori.

Io non dirò di più, per ora, in materia tanto difficile e complicata; ma esporrò brevemente quel che si sa intorno alla fauna precambriana, per avere nuova luce.

III.

SOMMARIO: *Eozoon canadense.* Fossili precambriani di Steeprock. Altri fossili precambriani di organizzazione superiore, *Beltina danai,* merostomato. Vermi varî. Flora precambriana, alghe e batteri. Età delle formazioni della terra, calcoli varî.

Eozoon canadense.

Nel Laurenziano in deposito detto di calcare serpentino molti anni addietro fu scoperta una struttura curiosa che parve subito di carattere organico. La prima notizia si ebbe in un esemplare di una località presso il lago Ontario, detta Burgess, e in seguito questa struttura fu trovata al Gran Calumet, nel 1858, Quebec, da Mac Mullen esploratore della geologia del Canada. Ma le migliori collezioni si ebbero a Côte St. Pierre fra il 1863 e 1866 da J. Lowe. Numerose altre collezioni fecero Dawson e Weston fra il 1873 e 1877, dalle quali si prepararono sezioni per osservazioni microscopiche, che osservate da Dawson stesso e poi da Carpenter furono dichiarate contenere forme organiche animali del tipo di Foraminiferi, e fu dato il nome di *Eozoon canadense.*

Io ho in mano soltanto la descrizione minuta e particolare fatta da Carpenter insieme con le figure corrispondenti, che a vederle non suscitano il minimo dubbio sulla natura del fossile. Ma non è molto semplice la cosa; e dallo stesso Carpenter si può avere un'idea delle obbiezioni fatte alle sue conclusioni e a quelle di Dawson. Molti geologi americani se ne occuparono, fra cui Dana, e alcuni accettarono il giudizio di Dawson e Carpenter, altri si contentarono di dare il nome alla roccia che contiene l'*Eozoon* (1). In Europa fu anche trovato questo *Eozoon*, in Baviera e ne venne un *Eozoon bavaricum*, in Sassonia, in Boemia, in Ungheria e in Lapponia si ebbero analoghe scoperte e osservazioni anche favorevoli e contrarie all'interpretazione ammessa da Dawson e da Carpenter. Quest' ultimo ha risposto a qualche obbiezione; ma in seguito non se ne parlò quasi più, specialmente dopo che Möbius, un tedesco, proclamò che la struttura era un fenomeno minerale e non altro; così gli editori di *Grundzüge der Paläontologie* di Zittel, accettando il giudizio di Möbius, pongono l'*Eozoon* al limbo.

Ma nuove esplorazioni a Côte St. Pierre fatte dal geologo Stansfield hanno mostrato nuovi depositi di *Eozoon*, e nuove analisi dei terreni

---

(1) Cfr. Van Hise e Leith, *Pre-Cambrian Geology of North America* cit.

furono fatte, che mostrano appartenere al Granville, una delle formazioni più arcaiche del precambiano. Stansfield fa un' esposizione mineralogica del luogo e redige anche una cartina delle varie formazioni geologiche e dei luoghi dove occorre l'*Eozoon*. In questa occasione, data l'importanza paleontologica, egli rievoca la storia della scoperta (1).

Io non mi impegno in questo fatto, perchè non ho l'autorità a farlo; se dovessi dire soltanto le mie impressioni, dovrei affermare che la lettura dell'analisi di Carpenter e la visione delle figure mi hanno fatto pendere dalla sua parte. Ripensando poi a quello che ho scritto nelle pagine precedenti prese dal Coleman sui caratteri dei sedimenti arcaici, ogni dubbio sul carattere organico minerale dovrebbe svanire in quanto riguarda l'*Eozoon*. A ciò bisogna aggiungere una considerazione, cioè che la geologia dell'Archeano e in generale del precambriano con le recenti esplorazioni ha mutato molti giudizi intorno alle prime manifestazioni della vita. Ma qui mi fermo, e il lettore giudichi da sè medesimo, dopo che avrà preso piena cognizione della materia.

---

(1) CARPENTER, *The microscope and its revelations*, 6ª ediz. London, 1881, pag. 587 e seg.; DANA, *Manual of Geology*, 3ª ediz. New York, pagg. 158-9; STANSFIELD, *Excursions in the neighbourhood of Montreal and Ottawa*. Guide Book, n. 3. Ottawa, 1913.

Se l'*Eozoon* non fosse contrastato, sarebbe per ora il fossile più antico scoperto nelle roccie arcaiche; quindi il più antico e affatto indubbio è un altro rivelato nel precambriano canadese, quello della serie Steeprock presso il lago dello stesso nome. Ricordo la classificazione di Lawson che fu lo scopritore del fossile, sopra già riferita; in essa egli pone la serie Steeprock nell'Huroniano inferiore e nell'èra archeana (1). Uglow si occupa nella sua esplorazione da Port Arthur a Winnipeg di questa serie e nella cartina aggiunta alle sue descrizioni pone così la successione delle roccie conformemente alla divisione di Lawson (2):

Keweenawan, diabase.

Huroniano superiore, serie Seine.

Huroniano inferiore, Steeprock serie, calcare e conglomerato basale.

Laurenziano, granito e gneiss granitoide.

Keewatin.

Il calcare fossilifero è a Point N. 5 e N. 2 e a Point Trueman.

Lawson scrisse una memoria a parte (3), e

---

(1) Cfr. *The correlation of the Pre-Cambrian rocks* cit. Bull. Geology, Univ. of California, 1916.

(2) Uglow, in Guide Book, n. 8, Canada Depart. of Mines. Ottawa, 1913, pag. 37 e seg. Cartine 6, 3.

(3) Lawson, *Géologie du lac Steeprock, Ontario.* Mem. n. 28. Ottawa, 1915, ed. franc.

pose, secondo la sua classificazione, la serie Steeprock nell'Archeano, come sopra ho detto; qui dalla base in sopra la serie Steeprock ha il quinto posto. Non vi è dubbio che questa serie sia arcaica; e Lawson stesso nel presentare questa Memoria al Direttore della Commissione geologica, Mr. R. W. Brock, parla dell' importanza dei fossili trovati *che sono apparentemente della più antica formazione finora scoperta.*

Ma non devo trascurare di dire che Coleman osserva, come avendo insieme con Lawson visitato la serie Steeprock, rivedendo le sue note di visite anteriori, gli parve di trovarla meno antica di quanto era calcolato, benchè si debba evitare di mettere in dubbio l' opinione di un geologo come Lawson, il quale aveva impiegato un tempo considerevole nello studio di quella regione (1).

Si occupa dei fossili il Walcott, uno dei più competenti paleontologi americani per i fossili invertebrati, specialmente cambriani. La sua Memoria è nello stesso fascicolo e porta lo stesso numero di quella del Lawson (2).

Egli scrive che avuto in mano i materiali, dopo uno studio preliminare si sentiva disposto a considerare quei fossili come se ricordassero

---

(1) *Proterozoic of the Canadian Shield.* Problems of Amer. Geology cit., pag. 135.

(2) *Notes sur les fossiles du lac Steeprock, Ontario.* Con 2 tavole. Ottawa, 1915 (Ediz. franc.).

la presenza di *Archaeocyathinae* del cambriano inferiore; ma dopo di aver preparato le sezioni per le osservazioni microscopiche, gli parve che essi rappresentassero un gruppo di organismi che hanno relazioni con le spugne e forse con forme che hanno il doppio carattere di spugne e di *Archaeocyathinae*. La cavità centrale, i tubi raggiati e la forma generale della *Atikokania lawsoni*, così è denominato il fossile per una specie, ricordano subito il genere del cambriano inferiore *Siringocnema* di Taylor (1). Le pareti tubulari sono perforate nel *Siringocnema*, e così sarebbe anche nella *Atikokania*. Una seconda e probabilmente una terza specie di *Atikokania* si trovano con *A. lawsoni*. Walcott aggiunge che, se l'interpretazione della posizione stratigrafica è esatta, questi fossili sono probabilmente più antichi di *Beltina* del precambriano, con una probabile eccezione d'un frammento che suggerisce il *Cryptozoon occidentale*. Il genere *Atikokania* ha piuttosto l'aspetto cambriano che noi pretendiamo di trovare nella forma del precambriano antico. Le *Archaeocyathinae* appartengono ad una età del cambriano inferiore, e se la posizione stratigrafica non fosse ben determinata, egli inclinerebbe a considerare l'*Atikokania* come un genere del cambriano inferiore.

L'*Archaeocyathus* è una forma arcaica simile

---

(1) TAYLOR, *Archaeocyathinae from the Cambrian of South Australia* (cit. da Walcott).

a spugna che somiglia a un bicchiere più o meno allungato e sottile che finisce a punta. Nel cambriano inferiore si trova dovunque in America come in Europa; è stato trovato anche in Sardegna. Per questo motivo Walcott emette tutti i suoi dubbi intorno all'età della *Atikokania*, che è tanto vicina all'*Archaeocyathus*. Vi sono però alcnne differenze, come Walcott stesso ammette.

Se ne fa un genere e due specie, *A. lawsoni* e *A. irregularis*. Per il momento, egli dice, e attendendo una collezione più grande e materiali migliori, si può concludere che l'*Atikokania* ha affinità coi Poriferi da una parte e con le *Archaeocyathinae* dall'altra, con forte tendenza con i primi.

La forma generale è cilindrica come di pera, allungata un poco irregolarmente semiglobulare. Per le descrizioni particolari rinvio all'autore.

A questa *Atikokania* è da aggiungere un altro fossile che Walcott denomina *Cryptozoon*, specie indeterminata (Tav. II, fig. 3), e aggiunge che: potrebbe essere una forma alleata al *Cryptozoon* precambriano del Grand Canyon dell'Arizona.

In uno scritto posteriore Walcott scrive che « La fauna dell'Huroniano inferiore del lago Steeprock, Ontario occidentale, presumibilmente era derivata da fauna marina e possibilmente viveva in acqua salmastra. Noi abbiamo qui un barlume di una fauna marina che esisteva presso la base del Proterozoico (Algonkian) e che deve

avere avuto la sua origine nell' epoca archeozoica » (1). Qui i dubbi sembra gli siano svaniti.

Una delle forme importanti scoperte nel precambriano (Algonkian) è quella di un crostaceo, *Beltina danai*, che Walcott tenta di unire ad altri crostacei cambriani merostomati. Disgraziatamente sono frammenti vari guasti della *Beltina* avuti da due località dello stesso periodo geologico, cioè alcuni vengono da Johnson Creek, Alberta, Canada, altri dal calcare Altyn presso Altyn Montana S. U. Ai Merostomi sono riferiti *Aglaspis* del cambriano e uno *Strabops* del cambriano superiore, Potosi, calcare del Missouri, il quale ultimo è anche riferibile ad *Euryptera*. Walcott crede che alla chiusura del cambriano i Merostomati abbiano progredito verso uno sviluppo della sottoclasse. Era stato suo desiderio per molti anni di scoprire qualcuna delle più antiche forme di Merostomati nel cambriano, e possibilmente di trovare un'ulteriore connessione fra il crostaceo precambriano *Beltina* e la grande fauna di Merostomi del siluriano.

Nel cambriano medio furono scoperti crostacei superiori per la loro organizzazione ai Trilobiti, denominati *Sidneyia* e *Amiella*, merostomati, e che egli stesso descrive. Ecco intanto la classificazione di Walcott:

---

(1) *The Cambrian and its problems into Cordilleran region*. Problems of Am. Geology cit., pagg. 202-203.

CROSTACEI, classe.

Merostomata (Dana) Woodward, sottoclasse.

Eurypterida, ordine.

Limulava, sottordine, nuovo.

Sidneyia, famiglia nuova, genere e specie nuovi.

Amiella, genere e specie nuovi.

Tornando a *Beltina*, Walcott aveva già descritto altrove questi frammenti come riferibili a Merostomati e considerati come più o meno alleati ad *Eurypterus* e *Pterygotus*. Le difficoltà, però, sono grandi, data la condizione frammentaria e lo schiacciamento dei residui; quindi egli stesso dichiara che le relazioni di questa antichissima forma ai Merostomi del cambriano medio sono incertissime. Molti di tali frammenti sono assolutamente simili ai frammenti di *Sidneyia inexpectans*; e in qualunque modo nell' insieme l'autore crede che la *Beltina* abbia più strette relazioni con *Eurypterida* che con *Sidneyidae* (1). Interessante è a notare che questo crostaceo, così difficile a determinare, è d' un' organizzazione molto elevata in epoca geologica così arcaica come il precambriano algonkiano, meno antico certamente del precambriano huroniano di Steeprock.

Ecco la serie Belt esposta con le stesse parole di Walcott:

(1) Ved. " Smiths. Miscell. Collections ", n. 2, vol. 57, e vol. 64, n. 2. Washington, 1914.

Discordanza	Spessore piedi	
Marsh shales . . .	300	
Helena shales . . .	2.400	
Empire shales . . .	600	
Spokane shales . .	1.500	— *Collenia undosa.*
Greyson shales . .	3.000	— Anellidi, traccie. *Beltina danai.*
Newlandia limestone	2.090	— Algae varie.
Chamberlain shales .	1.500	
Neihart sandstone .	700	
	12.000	

Discordanza

Archean complex (1).

Walcott ha descritto alcune forme animali del Grand Canyon come dubbiose, fra le quali una *Aspidella terranovica*, Billings, e un *Cryptozoon occidentale*, Dawson (2); ma forse non sono tanto dubbie, come a primo aspetto fu giudicato. Ha parimenti descritto alcune specie di anellidi del Belt e altrove. Io ne do qui un semplice accenno.

Helminthoidichnites? neihartensis, Walcott.

H. spiralis, Walcott.

H. meeki, Walcott.

---

(1) " Smiths Misc. Coll. „, vol. 64, n. 2. Washington, 1914.

(2) " Bull. Geol. Soc. America „, vol. 10, 1899, pag. 232 e seg.; tav. 27, figg. 7-8; tav. 23, figg. 1-4.

Questi derivano da esemplari algonkiani, Belt (Greyson shales) e Deep Creek Canyon e Sawmill Canyon, Belt mountains, Montana (1). Inoltre:

Planolites corrugatus, Walcott.
Planolites superbus, Walcott.
Esemplari da Greyson shales, Sawmill Canyon, Cascade County, Montana (2).

Walcott osserva che *Planolites corrugatus* differisce poco da *P. annularius* del cambriano inferiore (3).

Esplorazioni nel Canada, montagne Rocciose, presso Alberta mostrano che in una sezione furono trovati tutti i periodi dal precambriano al cretaceo incluso; il precambriano in alcuni luoghi era in concordanza col cambriano inferiore. Il riassunto della sezione è con lo spessore totale 52628 + piedi.

Cretaceo.
Giurassico.
Permiano.
Carbonifero.
Devoniano.

---

(1) " Smiths. Misc. Coll. ", vol. 64, n. 2. *Pre-Cambrian Algonkian Algal Flora,* tav. 21 (Vedi anche " Bull. Geol. Soc. America ", cit.) e tav. 25-26.

(2) " Smiths. Misc. Coll. ", vol. 64, 2, cit.; tav. 21.

(3) " Bull. Geol. Soc. America " cit., pag. 248. Vedasi tav. 60, fig. 5. " Tenth Annual Report ", 1888-89, " U. S. Geol. Survey ". Washington, 1890.

Devoniano (?).
Siluriano.
Ordoviciano.
Cambriano superiore.
Cambriano medio.
Cambriano inferiore.
Precambriano.

Il precambriano ha due orizzonti:

Hector, con grey, green and purple siliceous shale con intensivo conglomerato.

Corral Creeck, con quarzite and coarse-grained sandstone with shale interbedded.

Questa esplorazione e questi risultati si sono avuti e da Walcott prima e dopo da Allan, da cui prendo i dati qui riferiti.

Allan tanto nell' itinerario dell' esplorazione, quanto nella relazione che ne è seguìta, annunzia la presenza di fossili nell'orizzonte Hector, che è a contatto col cambriano inferiore. « Da uno strato di shale, 50 cm. spesso, sovrapposto alla base orientale del monte Storm e circa 16 metri dalla sommità della serie, Allan raccolse residui di conchiglia di brachiapodo circa $^1/_8$ di inch in diametro. Questa è la sola località in cui si sono trovati resti fossili ». Questi furono mostrati al Dr Walcott sul luogo, ed egli confermò che erano fossili » (1).

(1) Walcott, *Precambrian Rocks of the Bow River Valley*, " Smiths. Miscell. Coll. ", vol. 53, n. 7, 1910.

Walcott trova anch'egli che il precambriano ora è in concordanza ora in discordanza col cambriano; nel luogo da lui esplorato al Fort Mountain si trova discordanza; i sedimenti Hector, formazione superiore del precambriano, sono senza fossili, e l'autore crede che siano stati depositati in acque relativamente quiete e dolci o salmastre (1). Ma si può arguire che questi sedimenti dell'orizzonte Hector non fossero eguali tutti, come non era eguale la superficie al momento della trasgressione del mare cambriano. Ciò è confermato dal fatto che fossili residuali si trovano una volta nei sedimenti, altre volte non si trovano; da ciò l'opinione di Walcott che ivi, dove egli ha veduto, le acque fossero dolci o salmastre.

Tornando un poco indietro alle traccie di vermi, di cui sopra ho parlato, bisogna ricordare che veramente alcune sono traccie lasciate sul terreno, quando questo era molle, donde la denominazione di *Helminthoidichnites* data ad alcune forme, cioè di impronta di vermi determinati come appartenenti ad *Helminthes*. Nè si potrebbe sperare di più in terreni così arcaici che superano in età forse 20 milioni di anni.

Rivolgiamoci ora alla flora precambriana come

Allan, *Guide Book*, n. 8, parte II. Ottawa, 1913, p. 167-174. " Summary Report, Geol. Survey, Depart of Mines for 1912 ". Ottawa, 1914, pagg. 165-171.

(1) L. cit. sopra.

risulta da depositi calcari della serie Belt e di altre località. Qui Walcott si studia di mostrare l'azione delle alghe, come anche dei batteri e di animali, nella deposizione del calcare puro o magnesiaco, dolomite, a formare roccie del tipo. Su queste roccie si distinguono le forme di alghe che il Walcott determina in generi e specie. Io riassumo e rinvio all'autore chi voglia conoscere i particolari e vederne le forme nelle tavole da lui pubblicate.

Forme semisferiche	*Cryptozoon e suoi alleati*
	? Newlandia concentrica.
	Weedia tuberosa.
	Collenia undosa.
	Collenia compacta.
Flabelliformi	*Newlandia frondosa.*
	Newlandia lamellosa.
	Newlandia major.
	Kinneyia simulans.
Tubiformi	*Greysonia basaltica.*
	Copperia tubiformis.
	Camasia spongiosa.
	Gallatinia pertexa.

Tutte queste forme costituiscono, secondo Walcott, nuovi generi e nuove specie (1).

---

(1) *Pre-Cambrian Algonkian Algal Flora,* " Smiths. Miscell. Collect. ", vol. 64, n. 2, 1900, ove si trovano le molte e belle tavole dimostrative.

Benchè ammessa l'azione di batteri nella formazione di sedimenti calcari nell'Algonkian, fino a tempo addietro non si era trovato traccia di essi. Ma il D[r] Albert Mann, microscopista e studioso di batteri e diatomee, in alcune sezioni preparate scoprì cellule individuali e in catena, come mostrano alcune figure pubblicate. Questi batteri sono assolutamente identici a *Micrococcus caecinae*, e furono trovati in località algonkiane, formazione Gallatin, a nordest del fiume Gallatin, 5 miglia a oriente di Logan, Gallatin County, Montana. Walcott commenta: « Il mondo in generale aveva creduto che i batteri fossero forme moderne di vita, ma essi sono stati trovati già nel legno fossile del carbonifero, e ora noi abbiamo mostrato che essi esistevano nella prima epoca conosciuta della storia della vita sulla terra, molti milioni di anni addietro » (1).

Riassumendo, si può affermare che gli organismi finora rivelati nel precambriano nel senso lato, come ho ammesso, sono:

Eozoon canadense, dubbio o contrastato e arcaico.
Atikokania dell'Huroniano inferiore, Steeprock.
Cryptozoon dello stesso orizzonte.
Beltina danai, Greyson, serie Belt, a 3000 piedi di profondità.
Anellidi, varie forme, idem.
Alghe, varie forme, Newland, calcare, serie Belt.
Batteri, formazione Gallatin, Montana.

(1) Cfr. WALCOTT, *Evidences of primitive life*, con molte tavole. " Annual Report, Smiths. Inst., 1915 ". Washington, 1916.

L'*Atikokania*, non posta in dubbio, sarebbe una forma prossima sicuramente ad *Archaeocyathinae*, di cui si trovano forme simili nel cambriano in Sardegna.

Di *Cryptozoon*, specie indeterminata, si hanno esempi meno antichi, come nella serie Belt e altrove.

La *Beltina* è un merostoma, crostaceo superiore ai Trilobiti, come crede Walcott (1).

I varî anellidi si trovano anche nel cambriano e in tempi meno antichi.

Le alghe hanno equivalenti anche nel periodo presente nel formare calcari.

I batteri hanno molta importanza per la loro altissima antichità.

La sola conclusione che si può trarre da questo resoconto si è che, quantunque i residui fossili siano rari in terreni e in formazioni dove sarebbe stato prevedibile un numero maggiore, le forme organiche che rivelano tali residui fossili non sono inferiori nell'organizzazione ad altri che abbondantemente ha dato il cambriano.

Non sarà inutile, poichè siamo alle origini della vita, o a quelle che appaiono prossime, dire qualche parola intorno al tempo che comprende quel che dicesi età della terra; e questo per dare un'idea approssimativa dell'epoca in

---

(1) Vedasi più avanti su *Beltina* e gli *Eurypterus*, posti ora fra gli Aracnidi.

cui apparvero i primi segni della vita sul nostro pianeta.

Già Dana, che aveva classificato le epoche geologiche in quattro grandi periodi, cioè archeano, paleozoico, mesozoico e cenozoico, calcolava per ciascun periodo, eccetto che per l'archeano lasciato fuori, che il tempo più lungo fosse quello per il paleozoico, cui seguirebbe il mesozoico e infine come più breve il cenozoico, in proporzione come 12 : 3 : 1. Supposto, cioè, che dal cominciare del siluriano (che comprendeva il cambriano) il tempo trascorso fosse di 48 milioni d'anni, 36 sarebbero per il paleozoico, 9 per il mesozoico, 3 per il cenozoico. Ma soltanto approssimativamente, aggiunge, si può calcolare l'età del mondo da che la vita ebbe principio: in geologia in generale si può dire che il tempo è stato lungo (1).

Per il solo precambriano, detto algonkiano, gli autori Van Hise e Leith credono che il tempo si possa calcolare dallo spessore dei sedimenti; secondo loro l'algonkiano fosse fu più lungo del paleozoico, e l'algonkiano con l'archeano insieme sarebbe stato più lungo di tutto il periodo o i periodi che seguirono, cioè dal paleozoico al presente (2).

---

(1) *Test-book of Geology*. Chicago-New York.

(2) *Pre-Cambrian Geology of North-America* cit., pag. 35.

Ma invece di vaghi accenni, studi particolari e calcoli ardui sono stati fatti recentemente da Sollas, Clarke, Becker, Joly, Strutt, alcuni dei quali hanno tentato di determinare l'età della terra per mezzo di ricerche su i sedimenti nei vari periodi geologici, altri per mezzo della radioattività o con altro metodo (1).

Per venire allo scopo si comincia a calcolare l'età dell'oceano per mezzo della quantità di sodio, separando e calcolando il volume e la composizione chimica del sodio che trovasi nelle acque oceaniche, e calcolando quello che annualmente entra versato dai fiumi in quelle. Secondo Joly si è stabilita con questi calcoli un'età incorretta di 99.4 milioni di anni. Egli quindi crede di fare alcune nuove osservazioni e correggere ammettendo un'età da 80 a 90 milioni di anni. Io non entrerò nelle discussioni e nei calcoli, chè ciò non è còmpito mio, riferirò soltanto i risultati cui è giunto il Sollas e con lui il Joly, che accetta in gran parte i calcoli del geologo. Questi calcoli sono fatti sui sedimenti

---

(1) SOLLAS, *Presidential Address to the Geological Society*, "Quart. Journal of the Geolog. Society, London", vol. LXV, parte 2ª, 1909. CLARKE, *A preliminary study of chemical denudation*. BECKER, *The age of the Earth*, vol. 56 delle "Smiths. Miscell. Collect." 1910. JOLY, *The age of the Earth*, "Smiths. Report for 1911". Washington, 1912. STRUTT, in "Proceedings of the R. Society, London", 1906-1910, citato e discusso da Joly.

dei vari periodi geologici e sul loro spessore calcolato da Sollas in tutti i periodi meno per l'archeano. Secondo lui, ammettendosi un piede di deposito in cento anni, si avrebbero 51 milioni di anni; ma poichè i sedimenti non sono tutti in concordanza, anzi molti si trovano in discordanza, ciò che implica la diminuzione e la scomparsa di alcuni, egli aggiunge per le grandi discordanze altri milioni di anni, da 18 a 24, più ancora altri 5; così si avrà in cifra rotonda 80 milioni di anni per le formazioni tutte terrestri, eccetto che per l'archeano. La massima somma sarebbe di 150 milioni di anni; però Sollas avverte che calcolare un piede per ogni secolo è una congettura più o meno plausibile riguardo al tempo che non sarebbe in eccesso, mentre molti geologi sarebbero disposti ad aumentarlo. Inoltre Sollas crede di dividere questo tempo calcolato in due parti e assegnarne metà, cioè 40 milioni di anni al precambriano, e l'altra metà al dopo precambriano, distinguendo due êre o *aeon*, *protaeon* o il precambriano, e *hysteraeon* il tempo posteriore.

Lo spessore dei sedimenti nelle formazioni geologiche calcolato da Sollas è il seguente; ciò darà un'idea meno imperfetta di quanto ho detto sopra. Lo spessore è calcolato in piedi inglesi.

Recente e Plistocene . . .	4.000	
Pliocene	13.000	
Miocene	14.000	
Oligocene	12.000	
Eocene	20.000	63.000
Cretaceo superiore	24.000	
Cretaceo inferiore	20.000	
Giurassico	8.000	
Triasico	17.000	69.000
Permiano	13.000	
Carbonifero	29.000	
Devoniano	22.000	63.000
Siluriano	13.000	
Ordoviciano	17.000	
Cambriano	26.000	58.000
Keweenawano	50.000	
Animikiano	14 000	
Huroniano	18.000	82.000
Archeano	?	
Totale		335.000

Joly discute questi dati e trova che secondo nuove osservazioni il precambriano ha sedimenti di minore spessore, ma pure ammette che la colonna stratigrafica compilata da Sollas non abbia molto a soffrire. Trova pure che i dati che riguardano i sedimenti del giurassico sono deboli e vorrebbe raddoppiarli per arrivare alla

cifra totale di 345.000 piedi, sulla quale calcola il tempo. Crede che vi sia libertà di calcolare la deposizione sedimentare come un piede per secolo o pochi pollici. Quindi ammettendosi una rata di accumulazione di quattro pollici per secolo, si avrebbero per tutta la colonna su menzionata 103 milioni di anni, o per tre pollici 148 milioni, cioè a dire un'oscillazione da 100 a 150 milioni di anni di tempo trascorso dal principio del precambriano al presente. Come si vede, queste cifre sono molto dubbie e forse si potrebbero dire arbitrarie, perchè i dati sono indeterminatissimi, e Joly stesso l'ammette.

Se secondo questi metodi e questi calcoli per determinare l'età della terra i risultati sono incerti, a me pare che siano meno degni di confidenza quelli ottenuti su dati ancora più dubbi e più problematici. Tali sono quelli di Strutt per mezzo dell'elio e di Holmes per mezzo dell'accumulo del piombo (1).

Esempi. Strutt dà come valori minimi i seguenti:

Oligocene	$8{,}4 \times 10^6$	anni
Eocene	11×10^6	„
Carbonifero . . .	150×10^6	„
Archeano	710×10^6	„

---

(1) Chi vorrà vedere un'esposizione ed una critica di questi calcoli con l'elio e col piombo, consulti Joly, op. cit. sopra.

Holmes calcola a milioni di anni i periodi seguenti:

Carbonifero	340	milioni di anni
Devoniano	370	"
Precarbonifero	410	"
Siluriano o Ordoviciano .	430	"

Precambriano:

Svezia	1.025	"
	1.270	"
Stati Uniti . .	1.310	"
	1.435	"
Ceylon	1.640	"

Questi risultati sono così discordi da quelli ottenuti sui dati avuti dai sedimenti geologici che immediatamente dànno l'idea del fantastico, pur rispettando gli studi faticosi degli autori che vi si sono dedicati; basterebbe sommare questi ultimi di Holmes, che si riferiscono soltanto ad alcuni periodi delle formazioni terrestri, per averne un'idea, la quale allontana da ogni approssimazione alla realtà. I geologi finora non hanno altra espressione per designare il tempo percorso dall'archeano al presente se non quella di tempo calcolabile a milioni di anni che devono essere senza dubbio molti; e la vita, quindi, deve avere avuto origine da molti milioni di anni.

IV.

Sommario: Trasgressione marina nel cambriano inferiore e superiore. Fauna apparsa improvvisamente con tutti i tipi d'invertebrati marini, con variazioni di specie e di generi, in tutti i continenti. Moltiplicazione e sviluppo delle forme nei periodi cambriani. Fauna cambriana in Cina. Origine della fauna dei crostacei nel medio cambriano secondo Walcott. *Apus* come progenitore crostaceo-anellide. Brachiopodi e loro persistenza dal paleozoico al presente. Oloturie e Meduse come le forme viventi. Risultato.

Il mare cambriano, in trasgressione in America, in Europa, in Asia, apportò una fauna ricca e inaspettata, riferibile a molti tipi, così che Chamberlin e Salisbury possono affermare che ogni gran divisione del regno animale, eccettuati i vertebrati, ha i suoi rappresentanti nei periodi cambriani: Artropodi, molluschi, molluscoidi, vermi, echinodermi, celenterati, poriferi, protozoi. Sembra una brusca e improvvisa apparizione, che, come abbiamo sopra avvertito, ha bisogno ancora d'una spiegazione, essendo le ipotesi avanzate non soddisfacenti. Prima di occuparci di questa fauna è mestieri dire sulla trasgressione secondo le relazioni geologiche e geografiche.

Walcott fra altri e più di altri si occupa di questo oggetto varie volte per il Nordamerica e delle relazioni di questa con gli altri continenti.

Per il Nordamerica egli costruisce una carta nella quale dimostra dove sono i luoghi dell'invasione marina cambriana, la concordanza e la discordanza dei vari depositi cambriani con il precambriano, sia esso il solo algonkiano o il solo archeano, le profondità corrispondenti allo spessore dei depositi. E risulta che l'invasione marina è principalmente ad oriente e ad occidente, poco nella regione centrale americana, limitata al sud, nulla a settentrione della zona centrale. Quindi gli strati cambriani sono più profondi ad oriente e ad occidente, ad oriente in modo più evidente nella regione canadese. E poichè si distinguono tre periodi cambriani, inferiore, medio e superiore, gli strati o sedimenti di tali periodi sono egualmente variabili e per posizione e per concordanza o discordanza e per profondità: questi fatti sono riferibili alle erosioni avvenute nell'intervallo dei depositi (1). Benchè si tratti sopratutto del cambriano inferiore, è anche descritto quanto si riferisce al cambriano medio e superiore e consegnato nella

---

(1) *The fauna of the lower Cambrian or Olenellus zone,* " Tenth Annual Report of the U. S. Geol. Survey ", 1888-89. Washington, 1890, pagg. 556 e seg., pl. XLIV.

carta che rappresenta tutto il cambriano nei suoi tre periodi.

In quanto all'Europa, per correlazione con l'America, Walcott si serve del lavoro di Hicks, geologo inglese (1); il quale mostra chiaramente che i sedimenti cambriani e siluriani furono largamente depositati sulla parte occidentale del continente europeo. Nella Spagna e nel Wales furono i sedimenti accumulati in grande spessore; viene in seguito la Sardegna verso sud, e nel centro la Boemia, a settentrione la Scandinavia, la Finlandia, gli Urali, e infine la Russia meridionale verso il mar Nero.

In Asia si conosce bene quella parte esplorata in Cina ultimamente dalla spedizione Carnegie sotto la guida di Willis e Blakwelder (2); antecedentemente vi era stata la spedizione di Richthofen nel 1883 (3).

Tutte queste esplorazioni e ricerche hanno dimostrato per la fauna la sincronicità, direi, delle formazioni cambriane nell' antico e nel nuovo mondo, per quel che finora è conosciuto; ma tale sincronicità bisogna considerarla nel senso generale, perchè vi sono particolarità che soltanto l'analisi della fauna può rivelare in-

---

(1) " Quart. Journ. Geol. Soc. „ vol. 31, 1875, pl. 27.

(2) *Research in China*, publ. n. 54, " Carnegie Institution of Washington „ in 3 vol.: vol. I, 1907.

(3) *China*. Per altri studi e ricerche in Asia, vedi pure Walcott in varie pubblicazioni.

sieme alla coordinazione e alla correlazione della fauna medesima dei varî continenti e periodi di apparizione.

Come ho detto, il cambriano è stato diviso in inferiore, medio e superiore, e dall'aspetto paleontologico in zone con la caratteristica di un tipo di Trilobite, cioè la zona di *Olenellus* per il cambriano inferiore, di *Paradoxides* per il cambriano medio, e per il superiore il *Dikellocephalus*. I nomi rappresentano la presenza di un tipo di Trilobite accompagnato dal complesso della fauna che si trova insieme, la quale dovrebbe anche dare un'idea dello sviluppo e del mutamento di detta fauna, se esistono.

La fauna apparisce improvvisamente dopo il precambriano, mentre i sedimenti cambriani dovrebbero essere sovrapposti ai precambriani, siano pure in discordanza più o meno grande, come spesso accade. Ma in un lavoro recente Walcott fa una leggiera modificazione, come anche accetta altri nomi per indicare i periodi cambriani in America. Così egli dà al cambriano inferiore il nome di *Waucobian*, benchè riconosca che l'espressione di inferiore, medio, superiore, è riconosciuta dovunque; al medio aggiunge il nome di *Acadian* e al superiore quello di *Croixian*. Inoltre trova che immediatamente sopra il cambriano superiore nell'area del Missisipi si trova una formazione molto profonda di roccie caratteristiche per una fauna marina distinta. A queste si dà il nome di *Ozarkian*. Aggiunge che il

sistema Ozarkiano è stato più o meno confuso nella sua parte inferiore con la parte superiore del cambriano, mentre sono l'una e l'altra ben distinte nell'area mississipiana; cioè questa sarebbe una zona intermedia con l'ordoviciano, come sembra (1).

L'invasione marina che importò la fauna del cambriano inferiore non fu unica; una seconda avvenne al principio del cambriano superiore, che, secondo Walcott, spinse le spiagge del Pacifico molto addentro al continente americano e distribuì la fauna del cambriano superiore dal Texas al Wisconsin; mentre la fauna del cambriano inferiore fu distribuita dal Nevada a mille miglia a nord, e probabilmente raggiunse l'Oceano artico; questa fauna fu trovata da Alabama al Golfo di San Lorenzo. Fenomeni analoghi avvennero in Europa e in Asia, dalla Manciuria all'Indocina, in Australia. La trasgressione marina del cambriano superiore produsse un movimento universale, le acque oceaniche coprirono le aree continentali del cambriano inferiore e medio che dovevano essere depresse per effetto di diastrofismo, e permise che i mari penetrassero nell'America settentrionale e nella meridionale (2).

La fauna del cambriano inferiore, come fu

---

(1) *The Cambrian and its problems.* Problems of American Geology cit.

(2) Cfr. op. cit.

esaminata da Walcott nel 1889, presentava le seguenti forme animali in Nordamerica:

	Numero		
	Generi	Specie	Varietà
Spongiae	4	4	0
Hydrozoa	2	2	0
Actinozoa	5	9	0
Echinodermata	1	1	0
Traccie e simili	4	6	0
Brachiopoda	10	29	2
Lamellibranchiata	3	3	0
Gasteropoda	6	13	5
Pteropoda	4	15	2
Crostacea	5	8	0
Trilobita	15	51	2
Totale	59	141	11

Come vedesi, le forme più basse della vita sono le *Spongiae*, *Hydrozoa*, *Actinozoa* e queste stesse presentano anche forme poco sviluppate. Così si ha una *Protospongia*, Graptoliti, e *Cyathus* veramente primitivi, come *Coscinocyathus*, *Archaeocyathus* e così via. Di *Echinodermata* si ha

un solo e anche dubbio rappresentante in *Eocystites*. I vermi compariscono nelle traccie, e ve n'è qualcuno che abbiamo veduto nel precambriano, *Planolites* e *Helminthoidichnites*. Sono i *Brachiopoda* che cominciano ad apparire numerosi, 10 generi e 29 specie; i Molluschi sono poco numerosi, un poco più i *Gastropoda*. La categoria dei crostacei non dà forme molto sviluppate del tipo; i *Trilobita* sono numerosi in generi, 15, e specie, 51. Così che le categorie più numerose sono i *Brachiopoda* e i *Trilobita*.

Se a questa fauna del cambriano inferiore in America si aggiunge quella esaminata da Matthew in New Brunswick e attribuita al Pre-Paradoxites, che sarebbe naturalmente cambriano inferiore, si avrebbero 67 generi, 165 specie e 12 varietà, ma gli elementi della fauna sarebbero pochissimo mutati.

Walcott vuole trovare le correlazioni di questa fauna americana con la europea nella zona *Olenellus*; trovasi difatti l'*Olenellus* sotto gli strati di *Paradoxides* in Scandinavia; l'*O. kierulfi*, *Linnarson*, si ha insieme con altra fauna presso che simile all'americana. In Svezia anche l'*Olenellus* è in concordanza con la zona superiore di *Paradoxides*. Anche in Russia si ha una zona *Olenellus*. Nella regione orientale del Baltico, Svezia e Norvegia, si hanno corrispondenze come queste che seguono in forma schematica (1).

---

(1) Da WALCOTT, op. cit., " Tenth Annual Rep. ", ecc.

REGIONE ORIENTALE BALTICA	SVEZIA	NORVEGIA
Dictyonema, scisto	Dictyonema, scisto	Dictyonema, scisto
Ungulite, arenaria		
	Olenus, zona	Olenus, zona
	Paradoxides, zona	Paradoxides, zona
	Olonellus, zona	
	Zona di O. Kjerulfi	Zona di Kjerulfi
Arenaria fucoidale	Arenaria fucoidale	
Zona O. Michwitzi	Arenaria Eophyton	Stadio Sparagmite
Creta blu		
Arenaria inferiore		

Dictyonema è un idrozoo graptolite, *Ungulite* è un brachiopodo, che non hanno altro significato qui che di determinare la natura del minerale come zona; l'*Olenellus* si trova al posto corrispondente sotto la zona di *Paradoxides*; l'*Olenus* corrisponde al *Dikellocephalus* del cambriano superiore omonimo.

Della forma di *Olenellus* la Spagna non presenta che il solo *Ethmophyllum maximum* Roemer con *Anthozoon*, simile ad altro del cambriano inferiore d'America.

La Sardegna per il cambriano inferiore ha

dato *Olenòpsis* e *Metadoxites*. Trilobiti, Brachiopodi come *Obolella*, *Kutorgina*, e *Archaeocyathus*, *Coscinocyathus*, antozoi.

In Inghilterra nel cambriano inferiore sono stati trovati, oltre un esemplare di *Olenellus* e *Conocoryphe*, *Lingulella*, *Discina* e altre forme animali.

Le relazioni fra America ed Europa mostrano che in generale le zone di *Olenellus* o cambriano inferiore sono comuni, in qualche località, come in Sardegna, si hanno tipi della fauna *Olenellus*, ma non questo; nel cambriano medio si trova la corrispondenza del *Paradoxides*, ma nel cambriano superiore che in America ha *Olenus* o Dikellocephalus, in Scandinavia, Russia e Brettagna presentano nella zona *Olenus* il *Dictyonema* (1).

Io dovrei estendere la descrizione del cambriano inferiore al superiore passando per il medio, ma sarebbe lavoro di puro carattere tecnico col quale si dovrebbero mostrare gli aumenti dei generi e delle specie già enumerati nella fauna del cambriano inferiore, e inoltre i mutamenti, le estinzioni nelle forme avvenute nei lunghi periodi geologici. Walcott ha fatto ciò in varî lavori e in uno speciale lavoro rias-

---

(1) Cfr. Walcott, op. cit. ultima. In quanto a *Olenopsis* vedi anche Walcott, *The Sardinian Cambrian Genus Olenopsis in America*, " Smiths. Miscell. Coll. ", vol. 57. — Meneghini, *Mem. Com. geol. ital.*, vol. 3°, 1888.

suntivo intorno ai problemi del cambriano, già da me ricordato spesso. Tolgo, dunque, da lui qualche conclusione generale. Scrive: « Se compariamo la fauna del cambriano inferiore, zona *Olenellus*, con quella del gruppo del basso Ozarkian (questo Ozarkian è un periodo al di sopra del cambriano superiore (1)), la superiorità dell'ultima in numero di specie, generi, famiglie è subito manifesta. Se restringiamo la comparazione ai caratteri di classe, la disparità fra le due forme è molto ridotta, ed è manifesta, con una o due eccezioni, di cui le più notevoli sono i coralli, i lamellibranchiati e i cefalopodi, che l'evoluzione della vita, dall'epoca della fauna di *Olenellus* a quella del basso Ozarkian, è stata in direzione di differenziazione dei tipi di classe che già esistevano nella primitiva fauna ».

Inoltre:

« *Cambriano inferiore*. La fauna è specialmente caratterizzata dalla presenza di *Olenellus*, *Mesonacis*, *Nevadia*, ed altri generi di *Mesonacidae*. Altri generi sono *Archaeocyathus* o forme affini, e dei brachiopodi *Kutorgine*, *Mickwitzia*, *Obolella*. La fauna del cambriano inferiore è dominata dai Trilobiti e dopo da Brachiopodi e Gastropodi, piuttosto pochi, e da un numero di Pteropodi.

---

(1) Walcott, *Dikellocephalus and other Genera of the Dikellocephalinae,* " Smiths. Misc. Coll. ", vol. 57, n. 13.

« *Cambriano medio*. La fauna è estesa e variata; vi si trova un grande sviluppo di Crostacei, specialmente *Phyllopoda* e anche Trilobiti con grande testa e coda. Vi sono anche molti Brachiopodi, Pteropodi e pochi Gastropodi.

« *Cambriano superiore*. Nell'insieme la fauna è rimarchevole dalla presenza di Brachiopodi, e dal cominciamento di una estesa fauna di Gastropodi, e molti piccoli Trilobiti, ma anche grandi *Dikellocephalus*.

« Le tre sub-faune del cambriano sono connesse da molti generi che occorrono nelle tre sub-faune, e da pochissime specie che stanno dal cambriano inferiore, formazione superiore, alla base del cambriano medio, e da poche che passano dal medio al superiore cambriano » (1).

Queste idee sommarie non bastano, però, a dare un'idea delle differenze fra le tre sub-faune, quindi aggiungerò qualche parola su alcuni importanti nuovi elementi che sono succeduti alla fauna del cambriano inferiore in America, secondo gli ultimi rinvenimenti esaminati anche da Walcott medesimo.

Il medio cambriano ha dato alcune classi di vermi che Walcott colloca negli Anellidi; sono dello scisto Burgess nella Columbia inglese. Poichè hanno subìto una grande pressione, sono

---

(1) *The Cambrian and its problems* cit., pagg. 209, 226-27.

rappresentati da sottili laminette, non pertanto conservano molti particolari della loro struttura. Dò qui la classificazione abbreviata, la classificazione completa con la descrizione dei caratteri da vedere nella Memoria di Walcott insieme con le tavole che ne rappresentano le forme varie (1).

Classe *Chaetognata* con un genere nuovo ed una specie nuova: *Amiskeria*.

Classe *Chaetopoda*, sottoclasse *Polychaeta*, con 6 generi e 13 specie, quasi tutti nuovi.

Classe *Gephyrea* con 4 generi e 5 specie, nuovi tutti.

In tutto tre classi, 11 generi e 19 specie.

Secondo Walcott questa fauna mostra che una evoluzione ed una differenziazione sono avvenute dal precambriano in poi, in cui si sono anche trovati Anellidi, e sopra ricordati, e secondo la espressione di Walcott del periodo lipaliano. Certamente questi Anellidi sono più specializzati di quelli del precambriano, e anche di quelli già notati nel cambriano inferiore, dei quali l'autore ha fatto altrove la descrizione (2).

Crostacei.

Il cambriano inferiore, oltre ai Trilobiti, ha rivelato altri crostacei, che possono considerarsi

---

(1) *Middle Cambrian Annelids*, " Smiths. Misc. Coll. „, vol. 57, n. 5.

(2) " Tenth Annual Report U. S. Geol. Survey „ cit.

inferiori relativamente a quelli scoperti nel cambriano medio. Già il Walcott aveva scoperto ed esaminato la *Sidneyia*, un merostomato, che egli stesso proclama superiore ai Trilobiti, anzi lo denomina il dominatore del mare in quel periodo per le sue armi di presa. Io già ho parlato di questo crostaceo a proposito della *Beltina* del precambriano. In seguito altri gruppi di crostacei vennero dal medio cambriano e principalmente dalla stessa regione canadense. Sono Branchiopodi di varî ordini, Malacostraci, Trilobiti e Merostomati. I Branchiopodi sono, finora, 8 generi e 9 specie; Malacostraci 6 generi e 11 specie; Merostomata 5 generi e 6 specie (1).

Come vedesi dal prospetto che segue, i Merostomati sono rappresentati da *Beltina* nel precambriano, da *Amiella* nella parte superiore del cambriano inferiore, da questo genere e da *Habelia*, *Molaria*, *Emeraldella* e *Sidneyia* nel medio cambriano, scisto Burgess, da *Aglaspis* e *Strabops* nel cambriano superiore.

Nel cambriano inferiore con *Isoxys* appariscono i *Phyllocarida*; *Hymenocaris* è distribuito nella prima metà del cambriano medio, l'ordine *Hymenocarina* continua a vivere fino all'ordoviciano, al siluriano e al devoniano.

(1) *Middle Cambrian Merostomata,* " Smiths. Misc. Coll. ", vol. 57, n. 2. *Middle Cambrian Branchiopoda, Malacostraca, Trilobita, Merostomata,* " Smiths. Misc. Coll. ", vol. 57, n. 6.

Distribuzione stratigrafica dei primi rappresentanti di ciascuna delle sottoclassi dei Crostacei (Walcott).

Precambriano (Lipaliano) (Marino)	Cambriano inferiore	Cambriano medio	Cambriano superiore	
		Protocaris Naraoia Opabinia Yohoia Waptia Bidentia Leanchoilia Burgessia Anomalocaris		Branchiopoda
	Nevadia	Marrella Nathorstia		Trilobita
	Indiana			Ostracoda
	Isoxys	Hymenocaris		Malacostraca
Beltina	Amiella?	Sidneyia Amiella Emeraldella Molaria Habelia	Aglaspis Strabops	Merostomata
(Algonkian epicontinentale)				

Il più antico rappresentante di *Ostracoda* è *Indiana dermatoidea* del cambriano inferiore; altre forme si trovano nel cambriano medio e superiore.

I Trilobiti cominciano con *Nevadia* nel cambriano inferiore, e predominano in tutte le faune del cambriano più tardivo.

Di Branchiopodi Walcott afferma, fino al tempo che scrive, che non conosce altri oltre quelli che descrive (1).

Prima di procedere a qualche considerazione riportiamo quella fauna che si è riscontrata in Cina dal cambriano inferiore al superiore, cioè nelle tre divisioni principali in cui la fauna apparisce, come dicesi, improvvisa, e basta rivedere il lavoro di Walcott sulla fauna cinese del cambriano, un lavoro magnifico, per conoscerla. Questa fauna nell'insieme comprende:

	Generi	Subgeneri	Specie	Varietà
Foraminifera	1	—	1	—
Porifera . . .	2	—	2	—
Anthozoa . .	1	—	2	—
Annelida . .	1	—	1	—
Brachiopoda	13	4	36	4
Gastropoda .	5	—	11	2
Pteropoda .	2	—	11	1
Cephalopoda	1	—	1	—
Trilobita . . .	36	1	175	4
Ostracoda . .	1	—	6	—
TOTALE	63	5	245	11

(1) *Middle Cambrian Branchiopoda*, ecc., cit.

Ma se guardiamo la distribuzione stratigrafica della specie, troviamo questi tipi comuni:

		Cambriano	
	superiore	*medio*	*inferiore*
Brachiopoda	10	24	2
Gastropoda	4	6	1
Pteropoda	3	6	2
Cefalopoda	1	—	—
Trilobita	36	199	10

Sono inoltre del medio cambriano soltanto i seguenti tipi:

Foraminifera.
Porifera.
Anthozoa.
Anellida.
Ostracoda.

cioè un *Globigerina*, dubbio, due *Protospongia*, un *Coscinocyathus*, un *Planolites*, indeterminato; *Ostracoda* è un genere con sei specie *Aluta* (1).

Walcott avverte che dei generi dei Brachiopodi della Cina nessuno è particolare a questa regione; tutti appartengono al cambriano medio

---

(1) *The Cambrian Fauna in China*. Research in China. Publ. n. 54. " Carnegie Institution of Washington „ vol. 3, 1913. — *The Cambrian Fauna of eastern Asia*, " Smiths. Misc. Coll. „, vol. 64, n. 1. In questa fauna della Cina tralascio quanto è riferito prima e dopo le esplorazioni americane; si può consultare lo stesso Walcott, anche in altro lavoro precedente: *Cambrian Faunas in China*, " Smiths. Misc. Coll. „, vol. 57, n. 4.

dell'occidente nordamericano e al nord occidentale dell'Europa. Dei Cefalopodi vi ha un sol genere, che sembra sia migrato da un'area più estesa dove avrebbe dovuto trovarsi una fauna di Cefalopodi varia e grande; ma qui nulla è sicuro.

Di Trilobiti si trovano generi eccezionali che si hanno in altri luoghi; altri hanno molta rassomiglianza con generi americani ed europei. Ma mancano della fauna cinese *Olenellus*, *Paradoxides*, *Dikellocephalus* e *Neolenus*, della fauna nordamericana e del bacino dell'Atlantico. Il genere *Dorypyge*, che ha relazione ad *Olenellus*, è abbondante in Cina, negli Stati Uniti e nell'isola di Bernholm nel settentrione di Europa verso occidente.

Altre considerazioni sono a leggere nelle nominate (in nota) opere di Walcott su la Cina.

Ritornando al cambriano americano, ho ad avvertire che chi vorrà conoscere la distribuzione dei Trilobiti nei tre periodi cambriani e le loro variazioni, generi e specie, troverà molti lavori di Walcott su tale materia, dove egli è così competente (1). Qui non è il caso di occuparmi di questa materia, se non per mostrare, per chi s'interessa, quanta variazione e direi moltiplicazione di specie sono avvenute in questo caratteristico tipo di crostaceo, che infine si estinguerà nel permiano senza lasciare discendenti.

---

(1) " Smiths. Misc. Coll. ", vol. 53, n. 2; vol. 64, n. 3-5; oltre altri lavori pubblicati altrove.

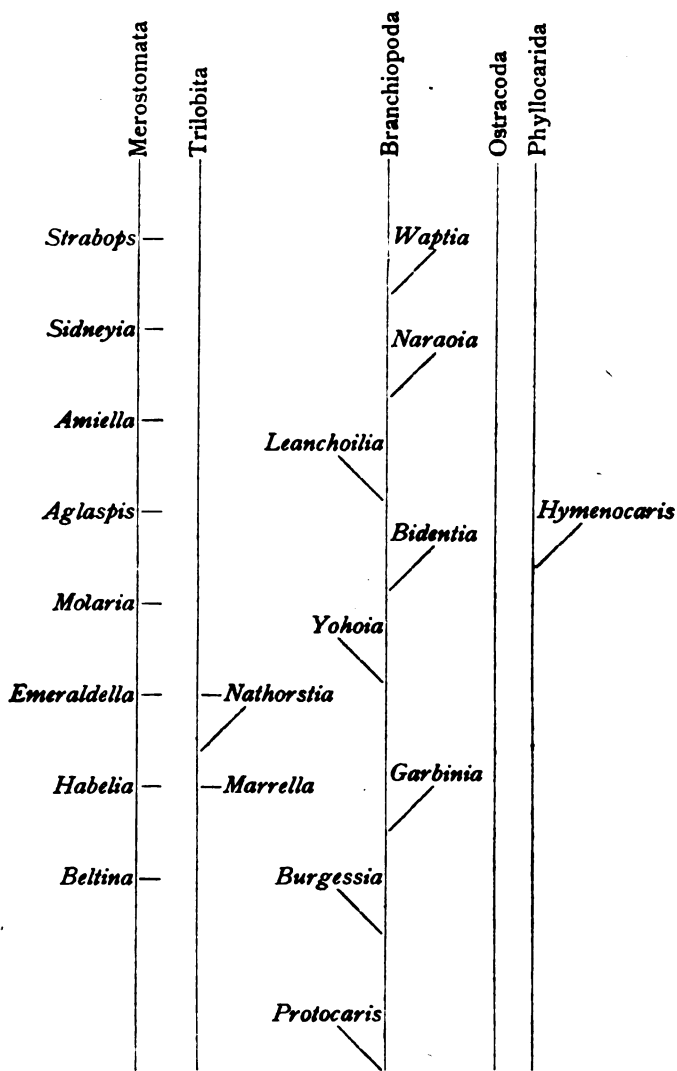
Ritorno a dire che in tutti i periodi del cambriano i Trilobiti sono i più numerosi, e dopo di loro, per numero, vengono i Branchiopodi, come abbiamo veduto nelle liste del cambriano inferiore nordamericano e nel cinese (1).

Ora Walcott si domanda quale sia l'origine della fauna dei crostacei nel medio cambriano, che, come dalla tabella sopra riferita, sarebbero cinque linee o stirpi: Branchiopoda, Malacostraca, Ostracoda, Trilobita e Merostomata. Egli crede già esistessero al cominciare del cambriano e che avessero avuto la loro origine nel lipaliano, cioè periodo della sedimentazione marina del precambriano. Il lettore si ricorderà ciò che ho detto nelle prime pagine e che cosa intende Walcott per tempo lipaliano, mentre vuole spiegare l'assenza di fossili che dovrebbero essere i progenitori della fauna cambriana, con considerare i sedimenti algonkiani come avvenuti in acque epicontinentali dolci o salmastre.

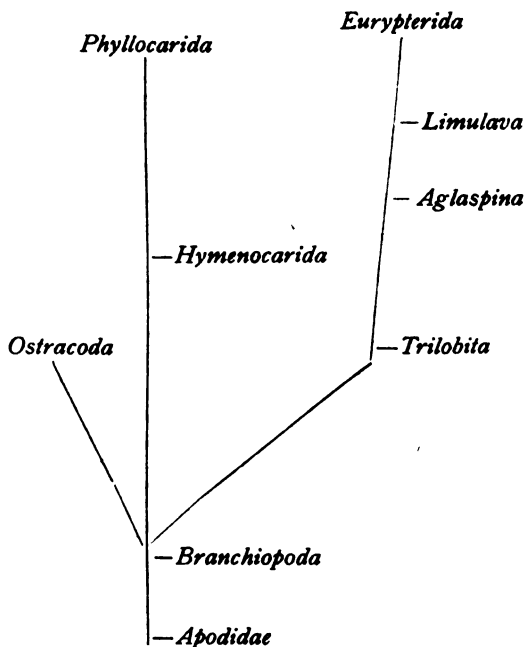
Ora egli rappresenta le cinque sottoclassi come se avessero una serie di progenitori; e aggiunge che, se questa idea è corretta, necessariamente si deve supporre un lungo periodo precambriano per lo sviluppo di questa fauna che esiste nello scisto di Burgess.

Costruisce così una tavola teoretica di discendenza dei crostacei cambriani, che è la seguente:

---

(1) Per questi vedi " Smiths. Misc. Coll. ", vol. 53, nn. 3 e 4.

Dopo ciò Walcott, accettando una suggestione di Bernard da uno studio su *Apus*, crede di potere ammettere l'ipotesi dell'evoluzione dei crostacei da un anellidė carnivoro con 5 segmenti (testa) con la bocca piegata ventralmente e posteriormente e usando i parapodia a spingere gli alimenti nella sua bocca. Il rappresentante moderno del crostaceo-anellide sarebbe l'*Apus*. Con questi suggerimenti Walcott crede di trovare Trilobiti e Branchiopodi che presentano alcuni di tali caratteri; e cita *Marrella splendens*, trilobita che avrebbe la forma simile ad *Apus*; *Burgessia bella*, branchiopodo, altr caratteri, come anche *Opabinia regalis* e cos via. Costruisce quindi un albero, direi, di discendenza, come segnala nello schema che io riferisco a pag. seguente (1).

Cioè, teoretica evoluzione dei crostacei cambriani dai Branchiopodi, nella quale si ammettono tre linee divergenti; la linea Branchiopoda-Trilobita fino ad Eurypterida avrebbe uno sviluppo continuo, passando per Merostomata. Però prudentemente Walcott aggiunge che non vuole discutere le varie linee di discendenza dei generi nella nota preliminare perchè attende maggior copia di elementi; e intanto il diagramma di quelle cinque linee, da me riferite avanti, indica

(1) *Middle Cambrian Branchiopoda* cit., BERNARD, ib. da WALCOTT, ib. L'autore ripeterà più tardi questa sua ipotesi in *Evidences of primitive life* cit.

la sua presente opinione. L'imperfezione di riunire le linee di discendenza deriva dal materiale imperfetto, tanto più che la evoluzione cambriana deve portarsi indietro al precambriano.

Ma quello che impressiona il Walcott (il quale alla lettera dice *a tremendous surprise*) è d'avere conosciuto che il merostomato *Sidneyia* rimuove la sua origine al precambriano dove apparve la *Beltina*, e sembra unire questa *Beltina* ai merostomati ordoviciani e siluriani e con i viventi

Xiphosuridae. Non trova così sorprendente la preservazione di Branchiopodi fin'oggi, benchè ciò sia inaspettato. La *Opabinia regalis* è molto simile al *Tamnocephalus platyurus* Packard e *Burgessia* ha caratteri simili a *Lepidurus*; e così via (1).

I Brachiopodi, difficili a classificare nei gruppi animali, appariscono numerosi nel cambriano inferiore e vanno moltiplicandosi in generi e specie nel medio e superiore. Walcott ne ha fatto uno studio speciale con analisi delle forme e classificazione e infine ha tentato di stabilire una evoluzione delle varie forme. Io rinvio il lettore ai lavori di questo eminente paleontologo come per altre forme animali (2). Importante è a notare che i Brachiopodi hanno persistito dal paleozoico fino al presente, e vi sono forme viventi, come *Lingula*, *Discina*, *Crania*, che non differiscono dalle antichissime e fossili. Fenomeni simili ne troveremo ripetuti spesso.

Ma il medio cambriano canadense dà una nuova sorpresa, la fauna si accresce di nuove forme, Oloturie e Meduse; quindi gli Echinodermi

---

(1) Op. cit., pagg. 164-5.

(2) *Cambrian Brachiopoda: Descriptions of new Genera and Species,* " Smiths. Misc. Coll. ", vol. 53, n. 3. — Id.: *Classification and terminology of the Cambrian Brachiopoda,* " Smiths. Misc. Coll. ", vol. 53, n. 4. — Id.: Monograph, 51, " U. S. Geol. Survey ", 1912. — Vedi appresso sui Brachiopodi per il poligenismo.

sono bene rappresentati dalle prime, e i Celenterati dalle seconde, come in Svezia (1).

Walcott, che segue le classificazioni della zoologia di Lankester, trova che la classe *Holoturioidea* qui è divisa, secondo gli esemplari trovati, in tre famiglie: *Eldoniidae*, *Holothuriidae* e *Synaptidae*, di cui la prima è nuova; hanno quattro generi: *Eldonia*, con una specie; *El. ludvigi*; *Laggania* con *L. cambria*; *Luisella* con *L. pedunculata*; *Mackenzia* con *M. costalis*, tutti generi e specie nuovi. Ma molto importante a notare è il fatto che la *Mackenzia* della famiglia *Synaptidae* ha forme similissime a *Synappula hydriformis* (Lesseur), animale adulto, come vedesi dalla fig. 6 e della tav. 13, fig. 2 e 3 di Walcott, cioè le forme così remote di una Oloturia sono vicinissime a quella di una Oloturia vivente: nulla di sorprendente dopo quello che si è veduto e avvertito sopra dei Crostacei.

Le Meduse sono rappresentate dalle *Scyphomedusae*, ordine *Rhizostomae*, un genere *Peytoia*, specie *P. nathorsti*, nuovi. L'importanza di questa forma non si rileva soltanto dalla sua antichità che è la più remota che si conosca, ma dal fatto materiale della conservazione fossile; una creatura così fragile avrebbe dovuto andare distrutta, e non lo è stata. Ciò vale ad avvertire che le

---

(1) Cfr. Walcott, *Middle Cambrian Holothurians and Medusae*, " Smiths. Misc. Coll. ", vol, 57, n. 3. Nathorst, *Om Aftryck of Medusor i Sveriges Kambriska Lager*. K. Sven. Vet. Akad. Hand., B. 19, 1881.

ragioni allegate spesso di forme animali non scoperte, non perchè non vi fossero esistenti, ma perchè non conservate per fossilizzazione, non sono sempre accettabili: traccie di viventi, ove sono vissuti, non mancano mai in ogni forma.

I risultati avuti da quanto si è esposto, sono sommariamente quelli che seguono:

Una fauna precambriana molto povera di forme e di numero, ma che ha forme molto avanzate nell'evoluzione; la più antica, se non si tien conto dell'*Eozoon*, è l'*Atikokania* che, secondo l'analisi di Walcott, è del tipo di *Archaeocyathus*, tipo che si trova nel cambriano. Questo finora sarebbe il vivente più antico, essendo dell'Huroniano inferiore. Seguono a grande distanza di tempo e di formazioni geologiche Vermi con Anellidi, e un crostaceo, la *Beltina*, che è più avanzato in organizzazione dei Trilobiti, cioè un merostoma. Il lasso di tempo fra l'Huroniano e la trasgressione del primo mare cambriano è enorme; e questa fauna frammentaria non può rappresentare tutta la vita del precambriano. La vita vegetale in questo tempo enorme è rappresentata da alcune alghe e da batteri.

Nel cambriano inferiore apparisce una fauna ricca di tipi della vita marina, Brachiopodi, Molluschi, Crostacei, Vermi, Poriferi, Antozoi; nel cambriano medio la fauna aumenta e si arricchisce di forme più sviluppate nei Crostacei, e così fino all'ordoviciano. Ma vi è un altro fatto importante: la fauna che apparisce improvvisa nel

cambriano inferiore, è ricca di variazioni, così da costituire generi e specie, sopra tutto in quei tipi che sono numerosi individualmente, come nei Brachiopodi e nei Trilobiti, in seguito nei Merostomati.

Nel cambriano medio appariscono crostacei molto elevati, come sono i Merostomati, dei quali una specie parrebbe trovarsi anche nel cambriano inferiore, l'*Amiella*, e uno, già ricordato, la *Beltina*, è del precambriano. Questo crostaceo, quindi, appare più antico dei Trilobiti, di cui finora nessun indizio si ha prima del cambriano inferiore.

Un solo foraminifero, *Globigerina mantoensis*, si ha finora nel cambriano medio della Cina; di altri protozoi non si ha indizio, se si eccettui un radiolare trovato nel cambriano britannico.

Spongiae e *Protospongiae* e *Actinozoa* si ebbero nel cambriano inferiore e nel medio, pochi esemplari; un *Eocystites* che rappresenta gli Echinodermi nel cambriano inferiore in America; ma nel medio cambriano appariscono Oloturie e Meduse, cioè Echinodermi e Celenterati.

Siamo dunque davanti ad una fauna, che rappresenta completamente gl'invertebrati marini, ma in modo frammentario, nel senso che alcune forme hanno pochissimi o singoli esemplari, altri molti con gran numero di variazioni. Però per quanto limitati di numero alcune forme mostrano egualmente le variazioni, e noto di Antozoi *Archaeocyathus*, *Spirocyathus*, *Coscinocyathus*,

Protopharetra, *Ethmophyllum*, trovati in America, in Europa e in Asia.

Sopra vedemmo come si tenti di spiegare l'apparizione improvvisa della fauna cambriana, e mostrammo che l'ipotesi più ingegnosa fosse quella di Walcott, il quale ammise che i sedimenti precambriani non fossero avvenuti in acque marine, e quindi in acque prive di fauna marina; e che quella fauna sporadica e frammentaria del precambriano fosse un residuo di un qualche allagamento marino penetrato nel precambriano; per questo tale fauna da lui è detta lipaliana. A questa ipotesi, così la denomino, io ho fatto le obbiezioni che si leggono sopra. Secondo appare, quindi, il problema dell'origine della fauna cambriana non sarebbe risoluto; perchè si sostiene e giustamente che questa fauna così sviluppata deve aver avuto la sua origine e la sua evoluzione in un'epoca anteriore, nel precambriano, preso nel senso latissimo; i progenitori di essa debbono essere vissuti nei mari anteriori ai mari cambriani, se si vuole ammettere l'evoluzione organica. Ma, come si è veduto, nel precambriano, almeno quello che comincerebbe dall'Huroniano, come molti ammettono, si sono trovate forme viventi di tipo evoluto, e tali quali si trovano nel cambriano stesso, i progenitori loro dovrebbero trovarsi ancora più indietro, cioè in quell'èra che già si chiama o si chiamava archeana e si riteneva azoica.

V.

SOMMARIO: Evoluzione dei Crostacei secondo Walcott. Assenza di Protozoi nelle formazioni fossilifere più antiche. Origine della sostanza vivente. La formazione nucleare della cellula. Processi di nutrizione e di riproduzione. I Metazoi non derivano dai Protozoi. Origine della vita nel mare. Origine delle varie forme animali. La teoria della Gastrea di Haeckel. I tipi animali derivano direttamente dalla sostanza viva, gli uni indipendentemente dagli altri. Critica della teoria di Haeckel. Le obbiezioni di Darwin sull'apparizione improvvisa delle specie. Quel che il precambriano e il cambriano rivelano. Caratteri speciali di *Spongiae* e *Cnidarie*. La persistenza delle specie secondo Huxley. Variazione non implica evoluzione. I Vermi come forme contemporanee e indipendenti di altri tipi animali. Processi formativi delle varie forme animali e rivelazione di queste quando sono compiute. Poligenesi: forme tipiche e forme multiple originarie. Non esistono progenitori di esse.

Mentre sospendo per ora di parlare su ciò che riguarda il problema dell'apparizione improvvisa della fauna cambriana, vengo ad altro argomento, e ricordo quel che ho esposto, secondo le vedute di Walcott, intorno all'evoluzione dei Crostacei cambriani. Egli costruisce, dapprima, cinque linee come parallele le une alle altre: Phyllocarida, Ostracoda, Branchiopoda, Trilobita, Merostomata

(v. la figura schematica riprodotta); ma subito dopo crede di poter ricostruire una genealogia comune ai cinque tipi, ponendo Apodidae come capo stipite, da cui sarebbero originati i Branchiopodi, i quali sarebbero i capostipiti di tre linee evolutive, partenti come raggi da un centro, cioè Ostracoda e Phyllocarida per due linee, Trilobita come terza linea, ma da questa l'evoluzione avrebbe ancora progredito fino ad Eurypterida, passando per Aglaspis e Limulava, come abbiamo veduto in altro schema del Walcott; egli però pare che riconosca vano questo concetto ipotetico, perchè sente il bisogno di nuovi materiali che mancano. In ogni modo, secondo lui, le dette forme cambriane avrebbero avuto un principio di origine in evoluzione da unico tipo, che sarebbe il Branchiopodo.

Colman, trattando dell'evoluzione dei Crostacei, osserva che per la mancanza di una vera dimostrazione che riguardi i reali progenitori dei Crostacei esistenti, le conclusioni filogenetiche basate sopra i dati dell'anatomia comparativa e sulla embriologia rimangono principalmente nel campo speculativo. È vero che generalmente è adottata l'idea che i Branchiopodi e specialmente *Apus* che hanno caratteri molto vicini agli Anellidi, siano molto prossimi ai Crostacei primitivi, ma per altri caratteri i Branchiopodi sono considerevolmente specializzati (1).

---

(1) *Crustacea* in LANKESTER, *Treatise on zoology,* Part VII, 1909.

Questo relativamente alle idee generali; ma in modo particolare ciò che si riferisce all'evoluzione ideata da Walcott da Branchiopoda ad Eurypterida, cade immediatamente, perchè *Aglaspis* del cambriano superiore del Wisconsin appartiene a quegli Xiphosura, che sono considerati non crostacei ma Arachnida. Aglaspina e Limulava di Walcott sarebbero di questo ordine Xiphosura, e del genere *Limulus*, con varie specie, come alcuni ritengono: un tipo specializzato che ha traversato tutte le epoche geologiche fino al presente, ancor vivente, perchè si è veduto nell'ordoviciano, nel siluriano, nel carbonifero, nel permiano, e oggi ancora nel Pacifico e nell'Atlantico.

Anche *Eurypterus* con tutte le forme sarebbe un tipo appartenente ad Arachnida, come il *Limulus*, ora estinto; e l'importanza di questo tipo aumenta, se *Beltina* precambriano è del tipo, *Strabops* cambriano egualmente, in quanto Arachnida sarebbero rappresentati dal precambriano in poi in una forma così caratteristica. Finora Eurypterida si sono avuti fino al permiano, cioè soltanto nel paleozoico (1).

I Trilobiti stessi hanno presentato e presentano molte difficoltà per riguardo al posto che dovrebbero avere fra gli Artropodi; generalmente

---

(1) Cfr. SHIPLEY e WOODS in vol. II, *The Cambridge Natural History*, London, 1909.

sono posti nei Crostacei, ma qualcuno ha dubitato se non si debbano collocare negli Aracnidi; ma gli studi di Walcott hanno definitivamente avuto questa direzione, cioè che i Trilobiti siano da collocare nei Crostacei; egli ne fa una sotto classe, Woods un ordine, ma i lavori speciali di Walcott hanno mostrato la grande varietà di forme che debbono essere classificate in modo particolare. Ammettendo, dunque, che i Trilobiti sono Crostacei, essi non possono essere i predecessori di *Limulus* e di *Eurypterus*.

In quanto si riferisce ai Brachiopodi il Walcott si accontenta di trovarvi una evoluzione del tipo nelle stesse forme, vale a dire nei limiti del medesimo tipo; e già l'abbiamo detto. Quindi questo tipo persistente attraverso tutte le epoche geologiche è un esempio chiaro del fatto di non avere mutato se non nei limiti dei suoi caratteri moltiplicando le forme.

Tornando ai Crostacei, dopo quello che ho detto, non rimangono che Phyllocarida, Ostracoda e Trilobita, in tre linee separate. Ora, non vi ha dubbio che questi tre tipi sono distinti e specializzati, hanno cioè formazioni proprie e caratteristiche, benchè abbiano pure caratteri comuni. Onde sembra a me che l'origine loro è molteplice, polifiletica o meglio poligenetica, e quindi bisogna concepire in modo differente la prima origine delle forme pluricellulari di come finora ha concepito la dottrina monogenetica dell'evoluzione con Darwin e con Haeckel, il quale ul-

timo sostenne con una ricchezza di mezzi la dottrina unitaria. Ce ne porgerebbe il modo la stessa dottrina, quando vuole trovare le derivazioni dei varî tipi animali come rami d'un tronco, ciò che vedremo in seguito.

E che bisogna mutare indirizzo all' interpretazione, si è costretti dal fatto, ormai costatato nel modo più evidente, che forme protozoiche che si suppone siano stati i progenitori dei metazoi, non se ne sono trovate nei terreni più antichi e fossiliferi della terra. Una sola Globigerina nel medio cambriano cinese, un solo radiolare nel precambriano britannico, non possono far credere l'esistenza di protozoi come progenitori dei metazoi. Nè varrà più a spiegare l'assenza dei protozoi fossili la mancata fossilizzazione, perchè, se qualcuno è già fossile, altri potevano esserlo, specialmente quei protozoi con scheletro siliceo e calcareo. Inoltre si è veduto che nel precambriano si sono scoperte traccie di batteri, di alghe, di vermi, facili a scomparire dopo milioni di anni. Nelle epoche geologiche successive i protozoi non mancano affatto di comparire nella fossilizzazione; e intendo quei protozoi che avevano tutti i caratteri vitali e con le funzioni di nutrizione e di moltiplicazione come ogni vivente. I protozoi, come dicevamo altrove, sono anch'essi forme di esseri viventi definite, malgrado siano unicellulari, e così li vediamo in qualunque epoca, come nella presente, essi siano apparsi. Se veramente fossero anteriori di tempo alle

forme composte di Crostacei e di altri viventi, potrebbero soltanto indicare che le prime fasi della vita fossero semplici, ma non per questo fossero gli unicellulari con caratteri definiti i progenitori dei multicellulari complessi.

Io ritorno al concetto espresso pochi anni addietro delineando il mio poligenismo, ma in forma meno incompleta e alquanto variata.

Le origini della sostanza vivente sono difficili a scoprire, ma non è difficile a concepire che gli elementi che la costituiscono, carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto, solfo ed altri più o meno accessori, per combinazioni chimiche sotto condizioni favorevoli che sfuggono al biologo e al chimico, abbiano potuto creare masse protoplasmatiche di natura identica alla sostanza elementare viva, quale si ritiene il protoplasma che si suole trovare nelle cellule viventi. Qui certamente è il punto saliente più difficile a determinare; e non è possibile ammettere altra ipotesi, se non sia quella degli elementi vitali caduti sulla terra da altri pianeti o dall'etere celeste. Ma anche questa ipotesi avrebbe bisogno della spiegazione medesima che noi ricerchiamo sul nostro pianeta; perchè come qui, anche fuori della terra questa sostanza dovrebbe avere una origine e una formazione: quindi è inutile ricercarla fuori del nostro pianeta, dove dovrebbe essere avvenuto il gran fenomeno.

Ammessa la formazione di una sostanza vivente e con qualsiasi processo di origine, rimane a

determinarne la forma o le forme primordiali. Queste devono essere state come grumi di sostanze semifluide, semplici o aggregate fra loro con varî filamenti da formare reticoli. La sostanza vivente per suoi caratteri primordiali deve avere ed ha, come è noto, eccitabilità e movimento; mancando questi due caratteri, non rimane che sostanza inerte, morta, in altre parole. Questi due caratteri primordiali della vita producono consumo, il quale deve ripararsi per la conservazione dell'elemento vivo: da ciò deriva la nutrizione. Nè basta; per lo stesso principio di conservazione vi dev'essere un altro processo, cioè la riproduzione. Quindi la sostanza viva deve avere eccitabilità, movimento, nutrizione e riproduzione; questo ultimo fenomeno è anche mezzo di conservazione e non è sostanzialmente nuovo, se non nelle forme e nei processi, per il fenomeno generale, universale della conservazione della materia nell'universo. I caratteri speciali della sostanza vivente abbisognano di processi speciali per la conservazione, e nessuna obbiezione, credo, possa farsi dal biologo a questo concetto.

Sappiamo che vi è un'evoluzione che io denomino naturale, in ogni cosa esistente o fenomeno, come un effetto di quell'energia insita nella sostanza sia viva, sia non-viva, materia in generale. La energia è tale, perchè non rimane inerte e si esplica in ogni forma e direzione, e si trasforma continuamente, ma non perisce mai.

Questo è fatto e non ho bisogno qui di alcuna dimostrazione, come non ammette dubbio alcuno, qualunque sia il modo di concepirlo. Lo manifesta la sostanza-energia vivente e la non-vivente; soltanto i processi, le forme dei fenomeni sono in apparenza differenti; e si potrebbe affermare che questi sono soltanto variazioni nel modo come la sostanza-energia si comporta.

Se così è, la sostanza vivente si determina meglio e più nel produrre forme definite, che non aveva sul principio. Esistono quelle forme che Haeckel ha denominato Protamebe? cioè anche senza nucleo, grumi di sostanza protoplasmatica, che avrebbero movimento, fluidità, eccitabilità, nutrizione e moltiplicazione come le Amebe vere e proprie. Non so con certezza, ma è possibile che siano esistite. Comunque, le primitive masse grumose di protoplasma o in piccoli elementi distinti o aggregati come sopra ho ammesso, devono avere esistito come Protamebe semplici nucleate, o aggregate. La forma definita d'un vivente deriva dalla formazione individuale, e questa anche da una prima evoluzione verso ciò che è definito e che serve meglio alla funzione della vita, movimento, conservazione, riproduzione. L'Ameba col suo nucleo è la formazione primordiale definita che esce dalla sostanza viva come l'abbiamo supposta; in essa si ha un concentramento di energia con la produzione del nucleo, per il quale vi ha un'espansione al di fuori: quel che dicesi un corpo cellulare. Il

nucleo è come il cervello della cellula vivente, energia concentrata e differenziata da tutta la sostanza viva; quel che resta di questa sostanza, diviene lo strumento attivo, diretto dalla sostanza nucleare. Questo è il principio o il primo passo dell'evoluzione della sostanza vivente, già sparsa in masse semplici o composte di aggregate particelle.

Questa supposizione non è priva di fondamento, se troviamo nelle forme viventi alcune semplicissime alghe, le Cianoficee, che alcuni definiscono come prive assolutamente di nucleo, o *acariote*, secondo l'espressione di Mac Farlane; mentre una Commissione di biologi inglesi, dopo un esame accurato, concluse che il contenuto della cellula di Cianoficee è diviso in due parti, un citoplasma con sostanza colorante, e una parte centrale incolore. Quest'ultima contiene cromatina in forma di granuli minutissimi più o meno uniti in reticolo, che è distinto nettamente dal citoplasma periferico (1).

Questa forma di sostanza nucleare non ancora costituente un nucleo mostrerebbe il processo del passaggio a nucleo definito, da anucleare o acarioto.

---

(1) Cfr. MAC FARLANE, *The Causes and Course of organic Evolution.* New York, 1918. — *Investigation on the Cyanophyceae.* Report of the Committee. Report of the sevenththird meeting of British Association for the advancement of Science at Southport, 1903.

Un secondo processo evolutivo è la moltiplicazione di ciascuna cellula, ora la chiamiamo così se è composta di sostanza nucleare interna e sostanza cellulare esterna che contiene la prima. La moltiplicazione è già un processo riproduttivo; questo può avvenire in due modi, o con la scissione d'una cellula in due, ovvero con la moltiplicazione e agglomeramento delle cellule derivate o figlie. Nel primo modo abbiamo la riproduzione dei viventi unicellulari sempre, che non diventeranno mai pluricellulari, fenomeno comunissimo e notissimo nei varî protozoi. Nel secondo processo si ha un fenomeno più importante e più ricco di effetti, la produzione di elementi cellulari che non si separano, ma si agglomerano e si accumulano in numero e grandezza differenti. Con ciò abbiamo i pluricellulari d'ogni tipo, e il fenomeno è visibile e costatabile nella riproduzione dei metazoi.

Noi ignoriamo se al formarsi della sostanza viva, questa sia ora in piccole masse distinte diffuse qua e là, ora in piccole masse aggregate da formare complessi con legami sottili a reticolo, come già abbiamo supposto; è probabile che vi siano le due formazioni, perchè nulla si oppone che la sostanza viva sia agglomerata come distesa in superficie in forma di reticolo con centri nodosi che uniscono il tutto. Nella riproduzione dei metazoi spesso si vede questo processo in varî tessuti in formazione, e non v'è ragione di negare che sia avvenuto in origine. In

questo caso di cellule agglomerate che costituiscono un vivente si deve risolvere il problema già risoluto per un individuo unicellulare, cioè quello dell'alimentazione e della riproduzione. Nell'unica cellula, come nel nucleo protoplasmatico dell'Ameba, è tutta la cellula che prende l'alimento, o che si scinde in due per la riproduzione; nel complesso primordiale dei varî noduli protoplasmatici deve avvenire un fenomeno analogo, ma col concorso di tutti gli elementi, in origine, perchè tali elementi non sono dissimili, ma identici. O si produce un centro comune, cioè un nucleo cellulare comune, di cui gli altri elementi, noduli, sono come strumenti, organi rudimentari, ovvero ciascun elemento si evolve in cellula senza separarsi dal complesso e agisce per proprio impulso. Ma con una nuova evoluzione può avvenire che si produca un centro fra i varî e molti noduli divenuti cellule con nuclei proprî; e allora incomincia una prima differenziazione di cellule per il complesso. Questo suole avvenire nei metazoi, i tessuti varî sono differenziazioni del complesso, messi a servizio comune di un centro col quale essi sono in connessione. L'embriologia dei metazoi è la riproduzione di questo processo, che noi crediamo sia pure primitivo nelle forme più semplificate.

Noi non crediamo che i metazoi possano essere derivati dai protozoi, animali definiti e completi come li conosciamo; ammettiamo che vi siano stati processi primordiali nella sostanza

viva, amorfa d'origine, che abbiano prodotto quelle forme animali che oggi e nei periodi geologici distinguiamo, cioè dai protozoi alle forme più semplici di animali invertebrati e alle più complesse. Le forme prodotte sono rimaste, in molta parte, e in un certo senso, stazionarie, come tipi fissi e immutabili. Voglio tentare una spiegazione di questa affermazione che ad ogni evoluzionista dovrà sembrare paradossale.

Come abbiam veduto, di protozoi, se si fa eccezione di qualche esemplare fra il precambriano e il cambriano, non se ne ha all'origine, quando si sviluppavano le forme dei varî tipi d'invertebrati marini; i pochissimi esemplari sono contemporanei con questa fauna. In nuovi e meno antichi periodi geologici i protozoi aumentano, nelle formazioni del terziario di molte parti del globo si è trovata una composizione minerale che consiste principalmente di Radiolari e rappresenta un limo di Radiolari; anche in terreni secondari e paleozoici si sono trovate quarziti con Radiolari; ma già siamo in epoche in cui la vita ha avuto un grande sviluppo di forme. Nè vale il ripetere che sia mancata la fossilizzazione, chè già abbiamo veduto come si sono conservate le forme animali più delicate e complesse. Credo inoltre che nessuno possa realmente pensare che un Foraminifero diverrebbe un metazoo, un Radiolare un verme o un crostaceo: come ho ripetuto, un protozoo è già un animale completo, perfetto, differenziato e può soltanto variare ed

ha variato nelle forme senza perdere le caratteristiche del suo tipo. Difatti Foraminiferi e Radiolari e altri tipi protozoici hanno variato così che le specie e i generi si sono moltiplicati, ma il tipo è rimasto costante e immutato per tutte le epoche geologiche che esso ha attraversate. Ma bisogna anche intendersi intorno a queste variazioni, che non possono essere tutte un prodotto d'un secondo tempo; a mio avviso molte devono essere primordiali, e qui siamo veramente all'origine della vita, e non possiamo fare che un'ipotesi probabile che stia in relazione con molti fatti.

La vita ebbe origine nel mare; questa affermazione non potrà trovare obbiezione alcuna per il fatto costatato che le forme dei viventi più arcaici sono marine; tutti i viventi dei periodi cambriani e del precambriano sono marini, e ancora non conosciamo di questa epoca residui e animali fossili di acqua dolce. Quei grumi di materia organica da cui dovevano derivare la forme della vita, erano deposti nel mare, fermati probabilmente sui fondi non abissali, ma più o meno lontani dalle spiagge a profondità varie, forse ve ne erano galleggianti come plancton, ma più probabilmente erano depositati al fondo senza quell'apparenza di vita che hanno o devono avere le forme definite.

Ma le masse protoplasmatiche non erano di forme eguali e probabilmente neppure di composizione chimica, come i protoplasmi viventi

che sono varî anche essi perchè composti di elementi in proporzioni ineguali. Quelli, dunque, stando in abitato marino composto anch'esso, dove si trovano molti minerali in soluzione, dovevano, nello svolgersi alla vita e nell'assorbire sostanze, divenire differenti. Alcune si sono svolte in una direzione, altre in altra differente; alcuni hanno assorbito sali in quantità anche differente, alcuni si sono prevalsi delle soluzioni silicee, altre delle soluzioni calcaree, altre di altri elementi minerali. Ciò risulta dalle analisi marine e dalle varie composizioni delle sostanze di cui si sono serviti i viventi marini a formare i loro scheletri e le loro difese.

Le evoluzioni delle forme sono avvenute per processi naturali dovuti all'azione e alla reazione fra sostanza vivente e gli elementi che stavano nell'abitato marino; e ne sono uscite forme unicellulari e pluricellulari varie e in serie o stirpi, come già supposi in altra occasione, anni addietro. Cioè una forma determinata è nata simultaneamente con molti o pochi individui simili, ma naturalmente varî più o meno, alcuni forse quasi identici nei caratteri, altri un poco dissimili, ma tutti insieme rappresentanti un tipo. Sarebbe assurdo pensare che unico individuo fosse nato d'un tipo definito di vivente che si svolgeva da una sostanza viva amorfa, come noi la imaginiamo. Di ogni tipo gli individui dovevano essere un numero e non unico individuo.

Così i tipi si sono fissati, ma le serie erano

varie e variabili. La conservazione, poichè i tipi si erano determinati nei loro caratteri, esigeva la riproduzione nel processo più semplice e primitivo, che è la scissione per gli organismi unicellulari; con la riproduzione si ebbe l'ereditarietà dei caratteri, e così dalla scissione nascevano individui simili. La sostanza vivente non trovavasi più allo stato indeterminato, amorfo, con la definizione delle forme e con l'origine dei tipi; ma rimaneva la variabilità, come una condizione che può dirsi nativa o originaria, ma limitata dalla forma acquistata nella fissazione dei tipi. I protozoi, da che sono apparsi, hanno conservato i loro tipi e hanno variato molto poco fino al presente, si sono moltiplicati in forme varie e subordinate che la sistematica chiama generi e specie (1).

---

(1) Il prof. Borzi, che ha fatto speciali studi sulle alghe, crede d'interpretare le variazioni e il polimorfismo nelle Mixoficee, alghe semplicissime, per il fatto dell'assenza della riproduzione sessuale. La riproduzione sessuale, secondo lui, fissa le forme rendendole ereditarie e persistenti. Denomina il fenomeno come metagenesi (Cfr. *Metagenesi delle Mixoficee in rapporto alla evoluzione del regno vegetale.* " Accad. di Scienze e Lettere di Palermo ", anno 1918). Forse all'origine della vita questo fatto potrebbe essere stato una delle cause della variazione primordiale delle forme elementari non ancora definite.

Pollock, un botanico americano, crede che quelle piante che si propagano per partenogenesi, cioè non

Le variazioni sono dunque di due specie: primordiali, che costituiscono le differenze naturali e native delle stirpi, sorte simultaneamente, composte di elementi, individui, che ripetono il tipo cui appartengono con divergenze di caratteri più o meno minime o notevoli; e le secondarie, che derivano dalle primarie e naturali, perchè queste si svolgono e si moltiplicano per varie cause interne ed esterne, e si svolgono in tempi più o meno lunghi, portando a divergenze di caratteri sempre maggiori. Per quei viventi minutissimi unicellulari di variissime caratteristiche, e anche artistiche nei loro scheletri calcarei, come si trovano nei Foraminiferi, si può affermare che l'origine è poligenetica per simultanea apparizione in varî mari e non in unica volta e in un solo tempo. Dalle forme molteplici primitive sono nate le variazioni di tipo secondario derivato dalla variabilità come attributo d'ogni vivente, di che sopra si è detto.

Forse sembra facile concepire l'origine dei viventi protozoari, ma non sarebbe così per i metazoi primitivi, forme come Graptoliti, Spugne, Coralli e altri più complessi, come Crostacei, Molluschi e così via. Ma se l'ipotesi sopra emessa

---

per mezzo di spore sessuali, le specie tendono a diventare eterogenee. Egli mostra, come Borzi, l'importanza della riproduzione sessuale a conservare le forme specifiche (*Physiological Variations of Plants, and their general significance.* " Science ", 1907).

è accettata o almeno creduta accettabile, cioè che la sostanza viva sia d'origine, ora a piccole masse separate, ora a masse unite fra loro con filamenti, come reticoli o trabecole, non sarà difficile di comprendere l'origine di viventi pluricellulari come primordiali, non derivati necessariamente da unicellulari. Del resto, siamo sempre nel campo delle ipotesi, si può ammettere che alcuni grumetti di sostanza vivente s'individuassero con acquistare un nucleo, e si moltiplicassero, senza separarsi, in molte cellule, così da comporre un complesso pluricellulare, cosa che suole avvenire nel processo embriologico, dove una cellula uovo si moltiplica in molte per formare tessuti, come è ben conosciuto. Ovvero può avvenire che le masse protoplasmatiche unite si evolvessero come cellule con nucleo ciascuna, restando unite; e allora in una ulteriore evoluzione formerebbero un individuo con caratteri complessi come nei metazoi. Si può anche ammettere che l'uno e l'altro processo fossero avvenuti, perchè nulla si oppone a concepire una serie di processi nell'evoluzione della sostanza vivente, perchè ammessa la sostanza-energia, si deve ammettere naturalmente l'irradiazione di tale energia, se è viva, e si deve ammettere nei varî modi che le condizioni in cui si spiega esigono.

Se studiamo le forme caratteristiche dei Graptoliti, dei Coralli, delle Spugne, a preferenza di altre più organizzate o meglio organizzate, cre-

diamo di trovare la conferma che esse o derivano da una primitiva cellula, moltiplicatasi per divisione, con agglomerazione di tutte le cellule derivate, ovvero derivano da masse protoplasmatiche primitive fra loro congiunte; non mai da protozoi definiti e differenziati. Questo processo di agglomerazione di masse protoplasmatiche o di accumulazione cellulare che assume un valore grandissimo nei metazoi, potrà esplicare l'evoluzione loro in forme sempre crescenti di volume oltre che di organizzazione.

A raggiungere forme definite questo stato primordiale della sostanza vivente, quale l'abbiamo supposto, un lavoro interno e di organizzazione anche primordiale doveva compiersi; la vita, perchè si svolga tale quale è, si crea processi proprî e adatti al fine, e quindi tali che possano essere comuni a tutti i viventi. Ogni essere vivente deve continuare a vivere; sappiamo difatti che la vita non è efimera sulla terra, ma perenne rinnovandosi. L'alimentazione è il primo processo di conservazione d'ogni essere che vive; quindi questo agglomeramento cellulare deve organizzarsi per la nutrizione, e di fatto si organizza praticamente. Avvertii sopra che una Ameba per nutrirsi, carpisce un filamento di alga o una diatomea, una qualsiasi cosa che la tocca, e la porta nel suo interno, perchè l'alimentazione è un fenomeno interno e dall'interno deve essere distribuito l'elemento nutritizio. Ogni protista si comporta come l'Ameba, sia che

afferri la preda coi pseudopodi, sia che succhi, o altrimenti, l'elemento che gli serve per la nutrizione: così naturalmente deve avvenire per un vivente pluricellulare, e così avviene comunemente.

La teoria della Gastrea di Haeckel è verissima, e si può affermare in generale che tutti i metazoi nel loro sviluppo passano per questo stadio, mentre esistono esseri viventi che rimangono allo stadio di Gastrula. Una cavità in uno o due ordini di cellule, l'interno per la funzione nutritiva, l'esterno per le relazioni esteriori, forma la Gastrula primitiva ed elementare. Nella evoluzione di ogni tipo di metazoi la nutrizione è un fenomeno interiore; l'attività vitale esteriore serve per la difesa e per la conservazione e per procurare gli alimenti: tutti gli esseri viventi si organizzano in queste direzioni e creano mezzi e organi adatti a questi scopi e al loro tipo. Così la Gastrea non implica una prova dell'evoluzione secondo il concetto di Haeckel, cioè che la vita si svolge morfologicamente sopra unica linea, con monismo, come prevale nella mente del maggior numero degli evoluzionisti, ma che l'evoluzione deve seguire le condizioni necessarie alla conservazione della vita nei varî esseri viventi.

Ricordo ora una mia obbiezione emessa alcuni anni addietro alla teoria dell'evoluzione come è concepita generalmente: « Un'obbiezione di carattere generale potrebbe farsi, cioè che le forme

viventi di qualunque grado e di qualsiasi tipo sono costrette a seguire le leggi generali della vita, in quanto che sono comuni ad ogni vivente, e quindi debbono necessariamente trovarsi omologie e analogie, e anche divergenze nei varî gruppi animali, secondo le condizioni particolari in cui gli esseri vivono e si sviluppano. Vi sarebbe, quindi, gradazione per le forme viventi, la quale non implica necessariamente genealogia e discendenza. Cioè a dire (aggiunsi più tardi), ogni vivente, dagli invertebrati ai vertebrati, per vivere e nutrirsi deve avere organi che si riferiscono alle varie funzioni, i quali debbono avere i caratteri generali comuni in viventi di ogni gradazione, e indipendentemente dal fatto della discendenza o dell'evoluzione; la stessa cosa si potrebbe affermare per i fenomeni di riproduzione. Soltanto un fatto può stabilirsi, cioè che tali fenomeni vitali sono in correlazione con lo sviluppo evolutivo dei viventi » (1).

A queste leggi generali, si dicano pure fatti generali che si formulano come leggi, si può riferire la formazione della Gastrea; qualsiasi tipo di metazoo può avere formato la Gastrea in uno stadio del suo sviluppo, come condizione indispensabile al vivente per la sua nutrizione, quando rimane nello stadio anzidetto, superandolo

(1) *Fatti e ipotesi su l'origine dell'Uomo.* Discorso letto al Congresso per il progresso delle scienze, a Genova, 1912. *L'evoluzione organica* cit., pag. 19.

lo trasforma e anche lo complica in correlazione con la complicazione dell'organizzazione che si evolve. Difatti vi sono viventi rimasti allo stadio di Gastrea, come l'Ameba è rimasta allo stadio elementare unicellulare con sostanza protoplasmatica semifluida; cioè l'una e l'altra, si può dire, sono rimaste allo stato arcaico; e di arcaismi nella serie dei viventi ve ne ha molti. Haeckel denomina *Gastreadi del tempo presente* alcune Gastrule, una delle quali è quel *Pemmatodiscus gastrulaceus*, trovato dal Monticelli di Napoli e parassita di una grande medusa. Sono forme non progredite, ma individui completi; e qui si potrebbe domandare se sono antiche, cioè se rimontano all'origine della vita e quindi alle epoche arcaiche geologiche, o non sono piuttosto recenti, come sarei inclinato a pensare. Verrebbe qui il sospetto che la creazione delle forme animali non sia avvenuta in un'epoca sola e per una sola volta, ma in epoche successive e in varie volte; ma su di questo concetto ritornerò più avanti.

Se non si ammetterà che da Protisti possano derivare Metazoi, come noi sosteniamo, perchè ci pare impossibile che da forme definite che vivono e si moltiplicano e variano nella propria forma che rimane tipica, possano avere origine forme di altro tipo, allora non rimane che l'altra ipotesi, che i Metazoi nascano da protoplasmi indeterminati nelle forme e non definiti come esseri viventi, nel modo già supposto. Cioè i

viventi pluricellulari nascono e si sviluppano da masse protoplasmatiche plurime anch'esse, o da masse singole che divenute forme cellulari si moltiplicano e aumentano come complessi. Ciò porta ad una conclusione più definita: *gli esseri viventi pluricellulari* (metazoi) *sono così primordiali nelle loro forme più semplici come gli esseri viventi unicellulari* (protozoi); l'espressione *forme più semplici* riceverà in seguito la spiegazione, qui è un riserbo, perchè siamo alle origini della vita.

So pertanto che questa affermazione urta contro la convinzione acquisita di ogni evoluzionista, che ancora ammette e sostiene la graduale elevazione dai protozoi a metazoi per il principio di evoluzione, e secondo le idee stabilite da Darwin e poi da altri, fra i quali Haeckel, che ha fatto il caposaldo della dottrina. Ma i fatti valgono più delle teorie, e il valore di queste si desume dall'accertamento dei fatti dai quali quelle si fanno derivare; e io spero di poter dare una dimostrazione del principio sopra stabilito per mezzo di documenti paleontologici che esistono, malgrado le lacune della paleontologia, anche per dare qualche risposta soddisfacente alla grave obbiezione mossa a Darwin, quale egli stesso la riferisce.

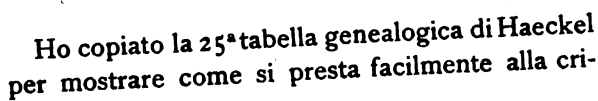
Ma oltre a quel principio sopra enunciato credo che se ne possa formulare un altro da quanto sopra si è detto: *che non da un singolo elemento primordiale derivano le specie animali*, *ma da*

molti, *la cui origine è simultanea e indipendente*, *cioè da una serie d'individui che costituiscono una stirpe*, da cui comincia l'evoluzione delle forme, che costano di specie. Quindi l'origine delle specie comincia con l'origine delle forme della vita, come una moltiplicazione spontanea che si consolida nei caratteri di ciascuna forma.

Prima di andare oltre voglio mostrare, per un esempio preso da Haeckel stesso, monista nel senso assoluto dell'espressione, monogenista convinto come Darwin (1), che, anche accettata la ipotesi della genealogia dai Protozoi ai Vertebrati, come si vede nella tabella 25ª di questo autore, balza fuori per necessità il fatto della moltiplicità originaria dei tipi animali, cioè la poligenesi. Ed eccola (2).

---

(1) Darwin, come già ho riferito nell'*Introduzione*, non era monogenista nel modo assoluto, e ammise varî progenitori animali e vegetali.

(2) *Anthropogenie*, 5ª edizione. Leipzig, 1903, pag. 573.

Ho copiato la 25ª tabella genealogica di Haeckel per mostrare come si presta facilmente alla cri-

tica contro il monogenismo da lui sostenuto, e che la teoria della *Gastraea* non implica necessariamente la discendenza di un tipo animale da altro, ma un fatto di carattere generale biologico, come ho ammesso.

I *Protozoa* sarebbero le forme primitive dalle quali nascono le forme complesse successive; ma credo che Haeckel non potrebbe indicare da quali Protozoi siano venute le *Gastreadi*, tanto sono differenti i *Protozoa* di forme e di caratteri. In altre edizioni egli aveva specificato questi protozoi in *Monera*, *Amaebina*, *Blastaea*, che sono piuttosto ipotetiche, ma in quest'ultima pone semplicemente *Protozoa*.

Le *Gastraeades* come forme elementari esistono, come si è veduto, e sono di forme varie; quindi, supposto che tali forme primitive siano progenitori di tutti i viventi animali, devono essere anche di tipo vario, così che da esse si svolgono tre linee divergenti: *Hydra* da cui *Hydrozoa* fino a *Cnidaria*; *Olynthus* da cui *Spongiae*, e *Archelmis* che è semplicemente imaginario, che darebbe i Vermi, generalizzati in *Vermalia*. Non può ammettersi che *unica* forma di *Gastraeades*, come *unico* progenitore possa dare discendenza così differente svolgendosi in tre linee separate e distinte. Quindi se *Gastraeades* hanno dato discendenza così varia in tre linee divergenti, devono essere state di forma anche varia, cioè poligenica; e allora devono essere derivate egualmente da *Protozoa* differenti e quindi poligenici.

Delle tre linee genealogiche due si sarebbero arrestate, cioè *Spongiae* e *Cnidaria*, soltanto i Vermi avrebbero continuato l'evoluzione loro, e vedremo come.

L'evoluzione dei Vermi si sarebbe prodotta per cinque linee primarie, che dànno i Molluschi, gli Articolati, i Vertebrati, i Tunicati e gli Echinodermi. Ma si trovano linee secondarie derivate. La linea dei Molluschi si suddivide e dà come forme laterali Acefali e Gastropodi. La linea che ha dato gli Articolati subisce una suddivisione con Crostacei. La terza linea è corta come senza ulteriore sviluppo in Enteropneusta. Più complessa è la quarta linea che ha il suo esito in Vertebrati, suddividendosi in *Copelata* che dànno *Ascidiae* e *Tunicata*. Infine l'ultima linea con Echinodermi ha una sola divergenza.

Il ragionamento fatto per *Gastraeades* vale per i Vermi: le cinque grandi linee genealogiche che svolgono viventi così differenti di tipo, devono partire anche da forme divergenti, sia pure il tipo Vermi, secondo l'ipotesi, che si svolge in cinque nuovi tipi, i progenitori devono avere già caratteri differenti; perchè logicamente è impossibile concepire che il progenitore il quale dà una discendenza di Molluschi, sia identico a quello che dà una discendenza di Vertebrati o di Echinodermi; la divergenza deve quindi essere originaria fra i varî progenitori, altrimenti tutti si svolgerebbero sopra *unica* linea e non in molte. Tutti hanno la *Gastraea* in comune e

come stadio nel loro sviluppo, ma questo non implica che tutti i tipi debbano avere *unico* progenitore, come si suppone dagli evoluzionisti. La *Gastraea* è un fatto generale biologico e non altro e non implica necessariamente discendenza o genealogia, come vorrebbe Haeckel.

Quindi anche nella forma ipotetica delineata nell'albero genealogico di Haeckel le forme tipiche del regno animale suppongono molti progenitori nel modo come già da noi è stato ammesso, cioè che non da un singolo progenitore derivano le specie animali, ma da molti, la cui origine è simultanea, ovvero da una stirpe, che è poligenica.

Ma costretto dalle rivelazioni paleontologiche, non posso accettare questa genealogia haeckeliana; come è facile presentare, quei tipi animali invertebrati devono essere d'origine indipendente gli uni dagli altri, e non possono, allo stato presente delle nostre cognizioni, mostrare quali siano i loro diretti progenitori. Intanto ricordo che dal cambriano in poi la fauna ha rivelato di avere già tutti i tipi d'invertebrati marini, e alcuni di questi si sono anche avuti nel precambriano più arcaico. E qui di nuovo, come ho fatto altrove, è utile riferire quanto Darwin ha scritto a questo riguardo nel suo memorabile volume sull'origine delle specie.

Scrive: « La maniera brusca in cui interi gruppi di specie appariscono subitaneamente in alcune formazioni, è stata obbiettata da molti

paleontologi, per esempio, da Agassiz, Pictet e Sedgwick, come una obbiezione fatale al concetto della trasformazione (1) delle specie. Se numerose specie, che appartengono allo stesso genere o famiglia, sono apparse in vita in una volta, il fatto sarebbe fatale alla teoria di evoluzione per mezzo della selezione naturale. Perchè lo sviluppo per questo mezzo, di un gruppo di forme, le quali tutte sono derivate da qualche unico progenitore, deve essere stato un procedimento estremamente lungo; e i progenitori devono essere vissuti molto innanzi ai loro discendenti modificati » (2).

A questa obbiezione Darwin risponde invocando l'imperfezione dei documenti paleontologici: se finora non si sono scoperti certi generi o famiglie in alcuni strati geologici, sarebbe errore l'inferire che non sono mai esistiti.

A proposito di ciò ricorda alcuni fatti che si riferiscono a scoperte recenti e mostrerebbero di essere favorevoli alla sua dottrina, e conclude: « Da queste considerazioni, dall'ignoranza della geologia di altre regioni al di là dei confini d'Europa e degli Stati Uniti, dalla rivoluzione nelle nostre cognizioni paleontologiche, prodotta dalle scoperte degli ultimi dodici anni, mi sembra di essere affrettato il dommatizzare sulla successione delle forme organiche sul globo,

---

(1) Darwin veramente scrive *transmutation.*
(2) *The Origin of Species*, pag. 282, ediz. 1880.

come se un naturalista discendendo per cinque minuti sopra un luogo sterile in Australia, volesse discutere intorno al numero e all'ordine delle sue produzioni ».

Ma ecco un'altra obbiezione che egli stesso espone e a cui risponde, perchè connessa con la prima: sopra la improvvisa apparizione di gruppi di specie alleate negli strati fossiliferi più profondi. « Questa è un'altra difficoltà che è molto più seria. Molti argomenti che mi hanno convinto che tutte le specie esistenti del medesimo gruppo sono derivate da un solo progenitore, si applicano con egual forza alle specie più primitive. Per esempio, non può dubitarsi che tutti i trilobiti del cambriano e del siluriano siano discendenti di un crostaceo che sia vissuto molto tempo innanzi del cambriano e che probabilmente differiva grandemente da alcuni animali conosciuti. Alcuni dei più antichi animali, come il nautilo, lingula, ecc., non differiscono molto dalle specie viventi; e non si può supporre per la nostra teoria, che queste antiche specie fossero i progenitori di tutte le specie appartenenti agli stessi gruppi che apparvero in seguito, perchè esse non sono in qualche grado forme intermedie.

« Per conseguenza, se la teoria è vera, è fuori questione che prima che il più basso strato cambriano fosse depositato, passarono lunghi periodi, tanto lunghi o forse ancor più lunghi dell'intero intervallo dall'epoca cambriana ad oggi; e che durante questo immenso periodo il mondo ebbe

uno sciame di viventi..... » ..... « Alla domanda perchè non si trovano depositi fossiliferi ricchi appartenenti a questi primordiali periodi ammessi prima del sistema cambriano, io non posso dare una risposta soddisfacente..... » ..... « Il caso al presente deve rimanere inesplicabile, e potrebbe veramente essere riferito come un valido argomento contro le vedute espresse..... » ..... « Le varie difficoltà discusse, cioè il modo subitaneo in cui molti gruppi di specie appariscono a prima vista nelle formazioni europee; la quasi assoluta assenza, com'è noto, di formazioni ricche di fossili al di sotto degli strati del cambriano, sono, senza dubbio, della natura più seria » (1).

Noi abbiam veduto come a questa obbiezione molti han tentato di rispondere, e fra questi il Walcott che vuole dare una spiegazione sulla natura dei depositi sedimentari precambriani; e non ritornerò più su questo.

Ma io voglio riferire ancora qualche parte di quanto Darwin scrive su le difficoltà su ricordate. Scrive difatti: « La presenza di noduli di fosfato e di sostanza bituminosa, anche in alcune delle roccie inferiori azoiche, probabilmente indica vita in questi periodi; e l'esistenza dell'Eozoon nella formazione Laurenziana del Canada è generalmente ammessa. L'Eozoon appartiene alla più bassa classe degli animali, ma è altamente

---

(1) Op. cit., pagg. 285-7.

organizzato per la sua classe; esso esiste in gran numero, e, come Dawson ha notato, certamente predava su altri minuti organismi, che dovevano vivere numerosissimi » (1).

Dawson e Carpenter furono d'accordo nel riferire le forme dell'Eozoon ai Foraminiferi, e dalle precise descrizioni di questi autori e dalle figure che ne han date, non sembra dubbio il carattere organico di questo Eozoon, rigettato tante volte ora riapparso nuovamente, come sopra ho riferito, nelle formazioni serpentino-calcaree del Canada. Ma Darwin ammette e giustamente che questo organismo è altamente organizzato. Dunque al di là ancora del Laurenziano?

Ma coloro che rifiutano l'Eozoon, trovano una nuova testimonianza venuta dalle roccie arcaiche precambriane, come sono quelle dell'Huroniano inferiore, cioè l'*Atikokania* dello Steeprock, presso Ontario, che è poi di un'organizzazione più complessa dell'Eozoon. L'*Atikokania*, come crede Walcott, appartiene ad *Archaeocyathinae*, e nel dubbio a Poriferi. Forme di *Archaeocyathus* si hanno in vario numero nel cambriano inferiore e nel medio, in America, in Sardegna e altrove. Ma ancora più sorprendente è la comparsa di un organismo veramente superiore nell'Algonkiano, di quella *Beltina danai*, della quale ho parlato più di una volta, e che Walcott ri-

---

(1) Op. cit., pag. 287.

tiene essere un crostaceo merostoma, ma che sembra essere di quegli *Eurypterida*, classificati ora per Arachnida. Un tipo superiore a Trilobiti o ad altri Crostacei e ad Aracnidi primordiali marini, di alta organizzazione con sistema nervoso sviluppatissimo, questa *Beltina* sconvolge tutte le teorie e le ipotesi che si riferiscono all'evoluzione, e rinvierebbe sempre più indietro secondo le ipotesi l'origine della vita e la creazione delle forme viventi definite.

Inoltre il precambriano ha rivelato la esistenza di Vermi, varî *Helminthes*, simili a quelli del cambriano; e poi anche batteri, alghe e qualche radiolare. Infine il cambriano inferiore ha una fauna che comprende *Spongiae*, *Hydrozoa*, *Actinozoa*, *Echinodermata*, Vermi, *Brachiopoda*, Molluschi varî, cioè *Lamellibranchiata*, *Pteropoda*, *Gastropoda*, e Crostacei, *Trilobita*; il medio e superiore si accresce di qualche tipo, e si hanno Oloturie, Meduse, Merostomati ed Eurypteri: cioè di una complessa e ricca fauna marina.

Ma caratteristico è un altro fatto, la moltiplicazione di generi e di specie di quasi tutte queste forme di animali; quasi soltanto nei Brachiopodi e nei Trilobiti, molto numerosi, si hanno molti individui che si possono riferire a specie; mentre in altre forme ogni esemplare fossile corrisponde ad una specie, cioè ad una forma che ha caratteri differenziali. E ciò accade negli *Actinozoa*, negli *Archaeocyathus*, negli *Hydrozoa*, in cui pochi esemplari sono differenti così da

essere separati come specie. Non è forse questo un esempio di una variazione primordiale, per la quale gli individui che compongono una stirpe poligenica, sono dissimili per alcuni caratteri? Non confermerebbe questo fatto la nostra idea intorno all'origine multipla e simultanea delle forme viventi? — A me pare di sì e nel modo come ho esposto.

La tabella di Haeckel che ho riprodotta, non ha altro scopo che di mostrare il suo concetto monogenetico da una parte, che egli vuol dimostrare per mezzo della teoria della Gastrea, e dall'altra di far vedere che i tipi animali, anche con la sua teoria, appariscono di derivare da progenitori plurimi, non da unico; ma non mi basta neppure interpretarla in questa seconda maniera. Quindi torno un poco ad essa per separarla in due parti, cioè la inferiore che dà la triade *Spongiae*, *Cnidaria*, *Vermalia* (Vermi), dalla superiore dove l'evoluzione degli altri tipi fino ai Vertebrati comincia dai Vermi, mentre *Spongiae* e *Cnidaria* sembra abbiano compiuto il loro ciclo definitivo.

Questi due tipi, diciam così, sono collocati in Celenterata da alcuni, da altri sono separati in due classi distinte; ma il vero è che esiste una straordinaria varietà di forme e di struttura e di funzioni, che può dirsi una vera polimorfia in questi due o tipi o classi animali. Io qui non avrò ad occuparmene se non in quanto interessano al mio scopo, e li separo decisamente

dai loro compagni della su detta triade, cioè dai Vermi. Mi paiono infatti che giustamente fossero denominati *zoofiti* da antichi naturalisti, tanto hanno di avvicinamento a piante e insieme tessuti e funzioni animali. Se vi sono esseri viventi che possano considerarsi come transizioni fra animali e piante, sono appunto questi raccolti nei nomi generali, e specialmente indicati come *Anthozoa*, *Hydrozoa* e Spugne d'ogni forma e tessuto. Nè è a trascurare che la massima parte di essi è immobile, fissa al suolo come piante, che non è soltanto un carattere apparente e trascurabile, come si suol considerare dando maggiore, quasi unico valore, ai caratteri di animalità; tale carattere di fissità al suolo è veramente relativo alla loro origine.

La quale non può derivare da Protozoi, come ammette Haeckel e con lui altri; la loro forma di Gastrea, come abbiamo detto, ha quel significato generale che si è attribuito ad esseri pluricellulari e complessi; quindi questi esseri devono avere origine indipendente da quella dei protozoi, cioè separata, e, come quelli, rappresentano forme originarie, che si sono moltiplicate in numero svariatissimo, come i Protozoi che hanno popolato i mari e le acque dolci. I naturalisti tentano di raggrupparli per mezzo dei caratteri comuni che necessariamente quelli devono avere; ma la loro immensa varietà li mette anche in imbarazzo nel volerli coordinare, anche a volerne ricercare l'origine e l'evoluzione. È pro-

babile che tali esseri viventi fossero le prime manifestazioni della vita nelle acque marine, come è probabile che il numero troppo scarso che si ha nel cambriano, derivasse dal fatto che tali esseri viventi fossero fissati in mari profondi, e nelle trasgressioni marine, pochi elementi venissero trasportati, diversamente di quanto accadde di Trilobiti e di Brachiopodi, dei quali i primi erano pelagici, gli altri in mare poco profondo e presso la riva.

Spugne e Idrozoi e Attinie di ogni tipo, quei Graptoliti, che non esistono più, sono visibilmente derivati tutti da masse protoplasmatiche unite insieme nel modo supposto e descritto sopra, e secernenti o calcare o silice in soluzione nelle acque marine, e come si formarono i Protozoi, componendo il loro scheletro, o altrimenti plasmando la reticola che li difende. Probabilissimamente tali esseri così varî e diversi sono prodotti indipendenti gli uni dagli altri, e non derivati per evoluzione gli uni dagli altri, come si potrebbe supporre: l'unica evoluzione deve essere stata la variazione in generi e specie, che si sono fissati in forme note.

Questo concetto spiegherebbe la presenza di *Atikokania* nell'Huroniano inferiore, un *Archaeocyathus*, cioè, come forma primitiva non derivata da altra, secondo le altrui opinioni e dello stesso Darwin, che vede nell'Eozoon un vivente organizzato altamente, e perciò non primigenio. E se nel cambriano si son trovate *Spongiae*, *Acti-*

nozoa e simili, come ho detto, di specie differente, è possibile di pensare che siano individui di serie o stirpe, che hanno dato le specie successive.

Quindi è da ammettere per questi esseri viventi classificati tutti nei Celenterati e così diversi, così polimorfi, una origine assolutamente poligenica come per i Protisti così pur varî di forma. Il volere sostenere che tutte queste forme, che resistono agli aggruppamenti sistematici, siano derivate da *unico* progenitore, mi pare così irrazionale che ripugnante al senso comune: si sarebbe prodotto un protozoo unico, sia pure un'Ameba, e da questo molti altri protozoi simili se non identici; e in seguito per evoluzione da tale protozoo una forma pluricellulare a tipo di Gastraea; da questa sarebbero venute forme semplici, s'intende, con caratteri di spugne e altre con caratteri di attinie e di idrozoi, e tutto questo nei mari delle prime epoche geologiche! Invece la natura è stata, sino dall'origine della vita sul globo, d'una grande ricchezza di prodotti svolti in vario senso e in varie direzioni, perchè la sostanza viva contiene come principio che chiamerò vitale, o come è meglio denominarlo, ad evitare false interpretazioni, carattere vitale, questa espansione all'attività che si manifesta nelle forme e nelle funzioni, come ne abbiamo prova dal tempo che la vita è apparsa sulla terra, e in tutte le epoche geologiche, tendendo alla conservazione e all'evoluzione con-

tinua e in direzioni varie. Quasi sarebbe meglio abbandonare la parola progenitori per spiegare le origini delle forme viventi come vediamo nei più antichi tempi delle formazioni terrestri. La conservazione si manifesta nel modo più evidente che la vediamo già nelle forme dei Protisti e dei Metazoi di cui ci occupiamo, i quali, malgrado alcune variazioni subìte in molti milioni di anni, conservano immutabilmente il tipo, continuando a vivere nello stesso modo e secondo quelle leggi generali biologiche, che sono e devono essere comuni a tutti gli esseri viventi di ogni grado.

Per questi motivi, benchè altre forme più complesse di esseri viventi siano sorte, questi tipi primordiali continuano a vivere oggi e non hanno a produrre altre forme superiori.

La persistenza dei tipi fu oggetto, quando apparve la dottrina dell'evoluzione, di obbiezioni da parte degli oppositori di questa dottrina, e di spiegazioni da parte dei sostenitori; e qui vorrò ricordare quel che scrisse un eminente biologo inglese in difesa di Darwin e della sua ipotesi, Thomas Huxley, in alcune sue letture in America nel 1886 (1). Scrisse, dopo aver detto della persistenza di alcuni tipi di animali:

---

(1) *The Hypothesis of Evolution. The neutral and the favourable Evidence.* In "American Addresses „, London, 1886, pag. 35 e seg.

« Io ho già stabilito che, ricercando intorno alle grandi serie delle formazioni terziarie, noi troviamo molte specie di animali identiche con quelle che vivono oggi, diminuite in numero, è vero, ma ancora esistenti, in una qualche proporzione nelle più antiche roccie terziarie. E ancora, se esaminiamo le roccie dell'epoca cretacea, troviamo gli avanzi di alcuni animali, che l'esame più accurato non può mostrare essere, in qualche riguardo importante, differenti da quelli che vivono presentemente. Questo è il caso della *Terebratula*, che ha continuato ad esistere immutata, o con variazioni insignificanti, fin'oggi. Tale è il caso delle *Globigerinae*, di cui gli scheletri aggregati insieme formano una larga parte del nostro calcare inglese. Queste *Globigerinae* possono essere seguite fino a quelle che vivono alla superficie dei grandi oceani odierni, e di cui gli avanzi, cadendo nel fondo del mare, dànno origine al limo calcareo. Da ciò si deve ammettere che alcune specie esistenti di animali non rivelano alcun segno distinto di modificazione e trasformazione nel corso di un tempo così grande quanto quello che dal periodo cretaceo ad oggi.

« Anche fra animali superiori alcuni tipi hanno avuto una persistenza meravigliosa. Nel calcare, per esempio, è stato trovato un pesce, che appartiene al più elevato e differenziato gruppo di pesci ossei, il *Beryx*. Gli avanzi di questo pesce sono fra i più belli e bene conservati fossili

trovati nel nostro calcare inglese. Esso può essere studiato anatomicamente nelle parti dure come nel pesce recente; ma il genere *Beryx* è rappresentato, oggi, da specie molto vicine che vivono nel Pacifico e nell'Atlantico. Noi possiamo andare ancora più indietro, e trovare nel carbonifero gli avanzi di scorpioni in uno stato ammirevole di conservazione; i quali si distinguono appena dagli scorpioni viventi; ed è necessario un esame accurato per distinguerli.

« Ma ancora più di questo. Nel cambriano si scoprono specie di molluschi, che sono così strettamente affini con le forme esistenti che una volta essi erano aggruppati sotto lo stesso nome generico. Io mi riferisco alla ben nota *Lingula*, più tardi per qualche piccola differenza posta nel nuovo genere *Lingulella*. Praticamente essa appartiene allo stesso grande gruppo generico come la *Lingula*, che oggi si trova sulle nostre rive e di molte parti del mondo (*NB*. La *Lingula* è un brachiopodo, che oggi non si considera fra i molluschi).

« La stessa verità è esemplificata, se ci rivolgiamo all'epoca mesozoica. Vi sono gruppi di rettili, come gli *Ichthyosauria* e i *Plesiosauria* che appariscono subito al cominciamento dell'epoca, e in gran numero. Scompaiono col calcare e attraverso tutta la serie mesozoica, e non presentano nessuna modificazione che possa essere considerata come dimostrazione di modificazione progressiva.

« Fatti come questi sono indubbiamente fatali a qualunque forma della dottrina dell'evoluzione, la quale ha per postulato la supposizione che vi sia una necessità intrinseca, da parte delle forme animali che hanno incominciato già a vivere, di subire modificazioni continue; e questi fatti sono chiaramente opposti a qualsiasi veduta che involge l'opinione, che tali modificazioni che possono occorrere, devono avvenire, in qualche misura e in tutti i differenti tipi animali o vegetali. Questi fatti, che io ho messi in evidenza, chiaramente e direttamente contraddicono a qualunque forma dell'ipotesi di evoluzione, che ha bisogno di questi due postulati ».

Huxley, che pertanto sostiene l' ipotesi di Darwin, vuol dare una spiegazione a questi fatti che egli ritiene fatali alla teoria dell' evoluzione, con ammettere l'influenza delle condizioni esterne di vita. Scrive quindi:

« La causa che próduce le variazioni (*che nanaturalmente devono apportare le modificazioni di cui egli sopra parla*) è cosa che al presente propriamente non si comprende. Se le variazioni dipendono da qualche intricato meccanismo — se può usarsi questa espressione — dello stesso organismo vivente, o se deriva per l' influenza delle condizioni sopra questa forma, non è certo, e al presente il problema potrà lasciarsi aperto. Ma il punto importante è questo, ammessa l'esistenza della tendenza alla produzione delle variazioni; allora, se le variazioni che sono prodotte,

sopravviveranno e soppianteranno il genitore, o se la forma genitrice sopravvivrà e soppianterà le variazioni, è materia che dipende interamente da quelle condizioni che derivano dalla lotta per l'esistenza. Se le condizioni esterne sono tali che la forma genitrice è più adatta ad esse ed è fiorente in esse, più che le forme derivate, nella lotta dell'esistenza, la forma genitrice si conserverà e le forme derivate saranno sterminate. Ma se, al contrario, le condizioni saranno più favorevoli alle forme derivate, la forma genitrice sarà estirpata e prenderanno posto le derivate. Nel primo caso non vi sarà progresso, nè mutamento di struttura per una imaginabile serie di età; nel secondo caso vi sarà modificazione e mutamento di forma ».

Con questo espediente, puramente e semplicemente teoretico, Huxley crede di salvare la ipotesi dell'evoluzione; egli dice: « non vi sarà reale ostacolo nella via della teoria di evoluzione ». Sarebbe utile riferire le pagine seguenti a quanto ora ho riferito per completare le idee dell'autore sagace ed eminente; ma quel poco che ho trascritto, basta ad intendere il suo pensiero fondamentale, perchè le obbiezioni da lui poste hanno un valore grande e che gli evoluzionisti non hanno meditato abbastanza. Non sono soltanto quegli esempi e quei fatti da Huxley allegati che dimostrano la persistenza dei tipi organici definiti, ma ve ne sono innumerevoli, se non si vuol dire la massima parte. Ma più

caratteristico è il fatto che le variazioni esistono e non mutano i tipi, mentre Huxley suppose che le variazioni non avvenissero, forse egli intendeva dire di quelle che chiamansi progressive e formano altri tipi, come tipi nuovi, se io ben intendo le sue parole dove dice che « non vi sarà progresso nè mutamento di struttura per una serie imaginabile di età ». Ma se Huxley intende parlare di sole variazioni per le quali hanno origine le specie, allora il concetto della trasformazione tipica non è compreso; e soltanto da questa trasformazione si potrebbe avere l'evoluzione, mentre la persistenza di una forma specifica non è la stessa cosa della persistenza dei tipi.

Ora noi sopra abbiamo mostrato che quei due tipi animali inferiori, detti già zoofiti, *Spongiae* e *Cnidarie*, complessive forme che ne comprendono molte e varie, non hanno mai mutato tipicamente, ma hanno variato moltiplicandosi enormemente, due fatti, cioè che non sono fra loro in antagonismo inconciliabile, come parrebbe a primo aspetto e a chi non si fa idea chiara dei due fatti cui mi riferisco. E ancora una volta la teoria dell'evoluzione nel modo come fu concepita dal suo grande e immortale autore, Carlo Darwin, subisce la maggiore obbiezione. Noi ammettiamo l'evoluzione come un fenomeno naturale di tutta la sostanza universale, e quindi della sostanza viva e degli esseri organici, animali e piante; e con l'evoluzione am-

mettiamo anche la variazione come un altro fenomeno naturale concomitante, come già sopra abbiamo detto. Ma su di ciò bisogna modificare le idee acquisite da lungo tempo, perchè variazione non implica necessariamente evoluzione come progresso e come origine di tipo superiore; basti ricordare, per ora, il fatto da me tante volte segnalato e che rivela la teoria di De Vries, il quale sperimentalmente non ha potuto dimostrare altra cosa che l'origine di specie nei limiti del tipo cui esse si riferiscono, non mai specie che superano il tipo per presentare un nuovo tipo; fatto importante che De Vries stesso e i devriesiani non hanno riconosciuto o non intraveduto, ostinandosi ancora a considerare questo fenomeno che è di pura variazione, come vera e legittima evoluzione, e non è che moltiplicazione di nuove forme dell'identico tipo.

Tornando alla tabella di Haeckel, nella sua parte inferiore noi abbiamo veduto soltanto tre tipi di animali, *Spongiae* e *Cnidarie* di cui ho parlato, e *Vermi*, che sono collocati nella posizione centrale, destinati a rappresentare una parte importante per lo stesso Haeckel, cioè come se essi fossero stati i progenitori di tutte le altre forme animali e superiori a quelle due ricordate. Ora i Vermi appariscono anche nel precambriano, come traccie in gran parte, e subito dopo nel cambriano; così che queste forme sono egualmente primordiali come le altre due complessive.

L'analisi del paleontologo su i Vermi fossili, che sono piuttosto traccie o tubetti calcari secreto di Vermi, è impossibile, direi, almeno di quelli precambriani esaminati da Walcott e da altri; gli elementi cambriani sono più analizzabili, e i vermi sono anche più complessi organicamente; nel cambriano medio gli Anellidi costituiscono classi, sottoclassi, famiglie varie, generi e specie relativamente numerosi, secondo le osservazioni dell'eminente paleontologo americano; e sopra ho già indicato i fatti relativi. Sono, secondo lo stesso Walcott, *Chaetognatha*, *Chaetopoda*, *Gephyrea*, classi esistenti ancora, ma generi e specie sono nuovi; e il solo fatto che tali Anellidi si possono collocare in classi esistenti, è importantissimo, cioè si trova la persistenza tipica della forma generale conservata a traverso tutte le epoche geologiche conosciute, delle più antiche, cambriane per lo meno, cioè venti o trenta milioni di anni addietro. Sotto questo aspetto sono d'una importanza grandissima questi esseri fragili, molli e facilmente non conservabili nelle roccie, e che hanno strutture altamente organizzate e delicate (1). Le obbiezioni poco fa riferite di Huxley e le sue risposte a tali obbiezioni, oggi si possono moltiplicare maggiormente, ma le risposte non possono sod-

(1) Cfr. WALCOTT, *Middle Cambrian Annelids*, "Smiths, Misc. Coll.,„, vol. 57, n. II, cit.

disfare, se saranno come quelle del naturalista inglese, il quale, se vivesse, avrebbe certamente veduto differentemente che non nel periodo di tempo in cui scrisse in difesa di Darwin.

La domanda che subito viene, dopo ciò, data la contemporaneità di apparizione di queste tre forme di fauna, è se i Vermi, anche nelle forme umili che apparvero nel precambriano, siano d'origine indipendente, come abbiamo ammesso o supposto per le altre; e credo che la risposta non possa essere dubbia, tanto essi questi animali sono differenti da ogni sorta di Attinozoi e di Spugne; sarebbe una terza fauna primordiale pluricellulare, ma di organizzazione più animale, direi, che non siano le altre due così dette di zoofiti, è la fauna nata mobile non legata al suolo e con organi speciali meglio distinti che non in quelle; e un progresso si ha nel cambriano nelle forme ora ricordate.

Un evoluzionista darwiniano vorrà conoscere i progenitori di questi Vermi primordiali; e tutti i paleontologi che hanno trattato questa materia sulle origini della vita, davanti a forme organizzate quali quelle che si hanno nelle roccie precambriane e cambriane, domandano sempre e insistentemente dove trovare i progenitori, e vorrebbero vedere esseri semplicissimi unicellulari come progenitori dei pluricellulari, e più ancora, vorrebbero vedere le forme intermedie graduate che ne mostrassero la successione evolutiva, perchè questo esige la teoria corrente.

Assolutamente nessuno indizio di progenitori dei Vermi come nessun indizio di altri esseri viventi che siano apparsi insieme con quelli; le *Gastraeades* di Haeckel, sono forme, in generale, astratte, ipotetiche, quando non vi sono quelle poche reali che abbiamo segnalate.

Ma allora, mi si domanderà, sono sorte d'un salto, all'improvviso, senza precedenti, senza processi preparatori, questi organismi? Non mai, non è possibile ciò, nè probabile; devono esservi stati processi formativi, che, quando erano compiuti, rivelarono i viventi composti in quelle forme da noi conosciute. Tali processi formativi esigevano tempo lungo, come necessario ed incoativo alla sostanza vivente depositata in seno al mare perchè si organizzasse lentamente e nei modi varî che esigeva il medio abitato, cioè il mare. Probabilissimamente oltre al tempo necessario allo svolgimento che organizzava la sostanza viva, doveva esservi spazio, cioè luogo e posizione adatti a tale svolgimento, in mare profondo certamente, ma non abissale, perchè calore e luce sono stati necessari e sono ancora utili e indispensabili alla vita animale. E i Vermi, di regola, stanno sul suolo sottomarino, come le Spugne e le Attinie e le Idre e simili sono fissate al suolo sul quale vivono e prolificano. Quindi non progenitori propriamente detti di tali viventi bisogna supporre, ma fasi e procedimenti preparatori e successivi, come modi evolutivi della sostanza vivente. Tali fasi sfug-

gono e devono sfuggire alle ricerche nostre e dovevano distruggersi nella successione geologica in qualsiasi forma questa avvenne, ma principalmente nei fatti di trasgressione e di sedimentazione successiva. Considerato così l'avvenimento, credo sia vana ogni ricerca di scoprire gli antenati dei Vermi e degli altri viventi su nominati; ma invece credo che una conferma venga alla nostra convinzione che tali forme animali siano prodotti indipendenti gli uni dagli altri e non derivati affatto come forme evolutive l'una dall'altra.

Condizioni di luogo, di elementi in soluzione nelle acque marine, nodi di nuclei protoplasmatici, disposizioni e atteggiamenti differenti di essi nella ricombinazione vitale, ed altre condizioni che devono naturalmente sfuggire alla nostra ipotesi, perchè ignote, non solo per le forme elementari della vita, ma anche per le complesse e presenti, devono avere influito alla produzione di forme organiche così differenti come quelle esaminate, e che sono le più semplici ed elementari rispetto ad altre che esamineremo. Tutto ciò è ignoto e non lo scopriremo mai, come io sono convinto. Anche coloro che pretendono di scoprire i progenitori, si troveranno nella stessa condizione d'ignoranza, se arrivassero anche a scoprire i progenitori immediati, perchè vorrebbero ancora conoscere i più lontani, i più elementari: cioè correre sempre incontro all'ignoto. Oggi la scienza sperimentale, l'em-

briologia, ci ha fatto vedere le fasi dell'evoluzione individuale, perchè si può asportare un uovo dal seno materno e in varî periodi di sviluppo; può la biologia marina farci conoscere gli animali completi e adulti, e le larve che pure hanno apparenze di viventi adulti; ma tutto ciò è lavoro su esseri viventi già costituiti e fissati nei loro caratteri per eredità. Ma non è possibile scoprire i processi e le fasi primordiali che hanno dato le forme ai viventi, quando ebbero inizio, cioè non è possibile conoscere l'embriologia iniziale paleontologica, durata per tempi non calcolabili, per scoprire l'origine degli esseri viventi che apparvero nel precambriano e nel cambriano.

La stessa difficoltà che si presenta per le origini dei tipi varî, si ha per le origini delle forme numerose e plurime di ogni tipo, cioè per l'origine poligenica di ogni tipo. Come dicemmo, ogni tipo è poligenico non monogenico, ma composto di molti individui, i quali naturalmente non sono perfettamente eguali, identici, benchè abbiano caratteri fondamentali comuni; essendo assurdo che la sostanza vivente si determinasse in una forma concreta con unico individuo. Le condizioni, che sopra ricordammo, non potevano essere limitate ad una solitaria massa o nucleo di materia viva, ma a più masse giacenti o contigue o vicine; e quindi i processi avvenuti dovevano essere comuni e tutte insieme queste masse e non ad una sola. Così il poligenismo è primitivo

naturalmente e necessariamente. Vedremo che anche la variazione è primordiale e spiega l'origine di molte specie.

Dunque forme tipiche e forme multiple sono d'origine, e fino dall'apparizione della vita in forme concrete e determinate. Ciò per me è un principio fondamentale, al di là del quale è difficile andare. Questo principio non distrugge il concetto unitario della vita, perchè le leggi che la governano sono identiche sostanzialmente per tutti i tipi differenti, i quali hanno formati organi molto simili nelle forme per una funzione identica, unica spesso; e se gli organi per una identica funzione sono spesso varî e apparentemente dissimili, questo accade perchè essi devono essere correlativi alle forme dei viventi, che sono varî. E per questo motivo spesso abbiamo affermato che questa corrispondenza non implica necessariamente discendenza o genealogia, come si è ammesso da ogni evoluzionista.

Questi concetti che ora manifesto con maggiore sicurezza, io aveva intravveduto e intuito da alcuni anni, da quando cioè ho incominciato un'analisi di revisione sul problema dell'evoluzione come si era presentato per alcuni fatti che sembravano contraddittori. E devo anche dire che io incominciai questa analisi, quando mi avvidi del poligenismo umano, mentre le genealogie che si son fatte e si fanno ancora, non mi hanno convinto, opponendosi la maestà dei fatti, più resistenti di ogni teoria, e più forti di

quelle facili applicazioni teoriche che sembrano dommatiche, e sono erronee. Bisognava ricorrere alle fonti, e questo ho fatto: sullo sfondo dell'origine dell'uomo mi appariva l'origine della vita, che ora mi si presenta in quella espressione che mi pare più conforme alla realtà degli avvenimenti. Ma non affermo che tutto sia così facile, come dirò, e mostrerò che i problemi, qualunque sia il modo di soluzione, rimangono problemi, per ciascuno che li vede a suo modo, e secondo idee che segue e accetta senza esame preventivo.

Il problema diventa più difficile, quando ricordiamo che nel precambriano si è trovata quella forma che Walcott pone nei Crostacei merostomati e che ora è collocata negli Aracnidi, cioè la *Beltina danai*; e in seguito nel cambriano si sono trovati Crostacei oltre i Trilobiti, Brachiopodi, Molluschi, Gastropodi e Pteropodi, Lamellibranchi, qualche Echinoderma; e nel medio cambriano, immediatamente dopo, Crostacei così sviluppati come i Sidneya, Anellidi sviluppatissimi e varî, Oloturie e Meduse; e tutte queste forme senza precedenti indizi che possano riferirsi alla loro origine e alla loro evoluzione compiuta, almeno in alcune. E pure vi dev'essere stata un'origine e un'evoluzione, naturalmente e necessariamente; e coprire con varie spiegazioni questa assenza paleontologica, non mi sembra più cosa che possa convincere o acquietare l'animo del biologo. Ogni difficoltà di spiegazione noi abitualmente rinviamo con pretesti od espe-

dienti, e dovremmo rinviare anche questa difficilissima. Darwin, allora che meno si conosceva delle forme primitive della vita nel cambriano, trovava l'Eozoon ancora molto elevato per accettarlo come forma primordiale; che direbbe ora davanti tanta ricchezza di vita altamente organizzata?

Noi non abbiamo altra via che allargare la nostra ipotesi precedente sulla origine di animali più bassi di organizzazione, Protozoi e Spugne e Attinozoi e Idrozoi; e io mi proverò con lo stesso ragionamento superiormente fatto, vale a dire che i processi di formazione ed evoluzione organica sfuggono alle nostre osservazioni, e quindi più che naturalmente sono sfuggiti quelli che si riferiscono alla origine delle forme della vita. Questi processi, che si riferiscono a fasi simili alle embrionali, sono avvenuti prima dell'apparizione delle forme definite dei viventi e non possono rintracciarsi mai; molto probabilmente sono simili a quelli dell'evoluzione individuale che si scoprono nell'embriologia, che ripete le fasi d'origine che produssero le forme adulte. La paleontologia non può rivelarli, nè le roccie poterono conservare questi processi nelle fasi embrionali formative, perchè incomplete e inconsistenti per loro composizione delicata e fragile, meno qualche eccezione; e soltanto le forme definite ci ha rivelate, nè tutte forse, come si vede dal numero disparato nelle forme individuali di ciascun tipo. Naturalmente

questo stato di incubazione formativa dev'essere avvenuto in un tempo lunghissimo, che è impossibile calcolare in anni o secoli, e già abbiamo veduto come è calcolato il tempo geologico delle prime formazioni terrestri.

La sostanza viva, come l'abbiamo supposta, in masse sparse di varia grandezza e in vario modo distesa nelle acque marine, ha cominciato il suo processo formâtivo con l'origine del nucleo cellulare, e poi con lo svolgersi e moltiplicarsi di ogni cellula; ovvero anche, come ho supposto, con trovarsi unita in piccole masse che diventarono cellule, senza separarsi, e in seguito ancora moltiplicandosi maggiormente. Unicellulare e pluricellulare, un organismo incipiente e primordiale, doveva muoversi per nutrirsi, avendo le caratteristiche che noi riconosciamo nel protoplasma vivente, e già più definite nella cellula; e quindi doveva assumere forme adatte alle funzioni vitali; e queste dovevano essere analoghe, omologhe per le funzioni da compiere, ma non necessariamente eguali ed uniformi. Ciò che ho ammesso per le forme di vita più semplici, vale per le più complesse; e quindi l'origine dev'essere stata varia per le varie condizioni interne della sostanza viva, ed esterne dell'abitato marino: donde la creazione di forme animali varie e molteplici, pure avendo esse, naturalmente, caratteri comuni, perchè hanno funzioni comuni, che sono identiche. Da che segue, secondo la nostra interpretazione, che la varietà

delle forme animali che apparvero nel precambriano e nel cambriano, sono originarie, non effetto di evoluzione l'una dall'altra, nè discendenti da supposti progenitori: la varietà dei tipi, quindi, è primordiale, non secondaria, poligenica, come supponiamo.

Supposto che le forme di ciascun tipo siano multiple, non uniche come pensano gli evoluzionisti tutti che parlano sempre d'un progenitore unico, ciò che è inammissibile, la variazione di tali forme è anche naturale, cioè: le forme originarie d'un tipo sono primitivamente varie per qualche carattere. Come si svolge il tipo vivente, si svolge egualmente la variazione; e allora nasce quella numerosa serie di specie che noi trovammo d'origine e che sopra avvertimmo. Chi segue lo svolgersi dei Brachiopodi e dei Trilobiti, si meraviglierà di trovarvi tanti generi e tante specie fin dalla loro apparizione; questa moltiplicazione variabile si aumenta nel corso del cambriano per queste due forme viventi, pure restando immutato il tipo. Dei due, i Trilobiti decadono e si estinguono nel permiano, i Brachiopodi continuano, invariabilmente come tipo, la loro vita fino al tempo presente. Dei Molluschi, i Cefalopodi appariscono con pochi individui nel cambriano, si moltiplicano in gran numero di forme nelle epoche seguenti, e ora vivono in un residuo; i Gastropodi e altri continuano a vivere come tipi, benchè specie e generi siano mutati. Da ciò si vede

che i tipi non passano in altro tipo, cioè non si trasformano in altro nuovo tipo differente. Crostacei sono rimasti crostacei, Molluschi sono sempre molluschi, anche con le variazioni loro proprie; i Vermi sono moltiplicati nelle forme in numero anche grande, ma sono rimasti vermi. L'evoluzionista si meraviglierà di questa affermazione, ma essa esprime la realtà; soltanto si può ora domandare se tutte le altre forme viventi si comportano egualmente. Vedremo in seguito.

La mia conclusione sulle origini delle forme della vita, quale si rivela nel precambriano e nel cambriano, è che tali forme sono le prime e originarie, non sono derivate e non hanno progenitori, come si è supposto. Esse sono le prime forme viventi definite, prodotte dopo lunghi periodi d'incubazione nelle acque oceaniche, con processi formativi simili a quelli delle fasi embrionali.

Se qualcuno obbietterà che sia difficile, se non impossibile, concepire tali processi formativi all'origine della vita, io potrei rispondere che sarebbe egualmente difficile se non impossibile che vi siano stati processi evolutivi con passaggi numerosi da forme definite unicellulari a pluricellulari, e di nuovo da questi ad altri pluricellulari definiti come specie. Forse anche è più difficile questa seconda maniera di concepire, che del resto è la comune, perchè, come spesso ho detto e ripetuto, noi vediamo continuare a vivere invariabilmente le forme viventi che ap-

parvero all'origine. Una delle mie sorprese ultimamente è stata quella di vedere ripetuta una forma di Oloturia che apparve nel medio cambriano, senza mutamenti; la *Mackenzia costalis* di Walcott, similissima alla *Synaptula hydriformis*, Lesseur, vivente (1). Potrei affermare egualmente delle Meduse, che naturalmente devono avere avuto lo stesso processo di riproduzione di quello che hanno al presente. Spiegare questi fatti universali, come abbiamo veduto secondo Huxley, cioè con le condizioni di esistenza compatibili o incompatibili, è ora un concetto decaduto e sorpassato.

Del resto con l'attribuire alle condizioni esterne di esistenza la persistenza di qualche forma di specie, come la *Lingula*, la *Terebratula*, lo scorpione che apparve nel carbonifero, qualche rettile, questa persistenza non si attribuiva ai tipi animali, che tutti sono rimasti immutati; allora quelle forme specifiche parvero eccezioni e naturalmente contrarie al concetto darwiniano dell'evoluzione. Ma è propriamente dei tipi che io voglio affermare l'immutabilità, pure ammettendo la mutabilità delle specie; quelli costituiscono l'impalcatura del sistema naturale della vita, e quelli sono rimasti tali quali nacquero alle origini della vita.

---

(1) Cfr. Walcott, *Middle Cambrian Holothurians and Medusae.* Fig. 6 nel testo, pl. 13, n. 2. " Smiths. Misc. Coll. ,, vol. 57, n. 3.

Se le spiegazioni da me date intorno all'origine delle forme animali nel precambriano e nel cambriano sono valide, l'apparizione subitanea di questa in questi primi periodi geologici s'interpreta senz'altra ipotesi, tanto più che quelle ipotesi emesse finora non soddisfano affatto, neppur l'ultima di Walcott, che pur sembra la più accettabile, ma non è provata. In ogni caso tale ipotesi tende a rinviare indietro, come anche le altre tutte, l'origine delle forme viventi a progenitori che non appariscono sotto nessun aspetto e che nessun indizio di loro esistenza hanno rivelato, perchè le forme fossili note tutte hanno caratteri di esseri definiti come nei tempi successivi e al presente. Nel precambriano è apparsa una forma animale così elevata da mettere in dubbio che quelle forme del cambriano siano prodotte da progenitori nel precambriano, nel significato attribuito a questi progenitori, che avrebbero preceduto forme successive di varî gradi in evoluzione: ciò non si è veduto minimamente. Nè può dirsi che il numero dei tipi e degli individui poco numerosi nel precambriano possa interpretarsi essere presenti in tale periodo geologico i progenitori della fauna successiva. Le ipotesi del Walcott, dunque, lascia il problema insoluto, mentre la mia offre una spiegazione che pare sia in armonia con molti fatti anche posteriori al periodo cambriano; voglio dire, come mostrerò, che dopo questa prima epoca nuove forme animali hanno avuto origine

che non erano nel cambriano; ma ciò merita uno studio più accurato e un'analisi più profonda.

In sostanza la nostra ipotesi di formazioni di tipi animali vorrebbe significare che questi si vadano costruendo con la sostanza vivente lentamente, e allora si manifestano e appariscono, quando sono formati: la natura opera e crea in silenzio e nelle tenebre, occultamente, direi, con una vecchia parola, misteriosamente, nel senso che non è facile di scoprire come essa opera, mentre si conoscono di essa le opere complete. Certamente i processi formativi sono lenti e così non sappiamo quanto tempo sia stato necessario al compimento dell'operazione formativa. Noi non possiamo paragonare questo gran fatto biologico, se non con quello che accade nelle formazioni minerali nei depositi, nelle cristallizzazioni, nelle trasformazioni caratteristiche metallifere per mezzo dell'azione ignea, elettrica, magnetica e di altra simile trasformata o originaria. Noi troviamo i fenomeni compiuti, ma non possiamo seguire i processi che portano al compimento dei fenomeni; soltanto tentiamo di riprodurli per mezzo delle esperienze scientifiche dopo lunghe e laboriose analisi.

VI.

Sommario: Immutabilità dei tipi animali definiti. La dottrina di De Vries mostra la variazione nei limiti d'uno stesso tipo; nessun tipo si trasforma in altro. La dottrina di Mendel secondo Bateson. La genetica e la teoria dell'evoluzione. Le forme larvali degli invertebrati sono processi abbreviati della loro formazione all'origine della vita. Le larve di Trilobiti e di altri animali marini.

Prima di andare oltre ad altri fatti e fenomeni che si riferiscono alle origini delle forme animali, voglio ritornare ai fatti già segnalati che sopra ricordai, cioè che all'apparire della fauna, sia nel precambriano sia nel cambriano, si possono distinguere specie e generi e anche famiglie, dove il numero degli elementi è grande, come nei Trilobiti e nei Brachiopodi, in parte anche nei Molluschi. In altre parole, le specie sono apparse con le forme stesse in apparenza simultaneamente; e già Darwin trovava questo avvenimento contrario alla sua teoria dell'evoluzione, come dicemmo.

Ora, io ricordo ciò che sopra affermai sulle variazioni; ammisi cioè, che le prime variazioni

sono riferibili all'origine stessa delle forme animali, perchè ciascuna forma è nata con molti individui non con uno solo ed unico; e sostenni e sostengo che ogni origine è poligenica non monogenica; cioè, come ho anche affermato altra volta, ogni forma è costituita da una stirpe, la quale rappresenta un tipo animale, ma di cui i componenti non sono nè possono essere identici, ma simili e tanto quanto prossimi all'identità nelle forme e nei caratteri fondamentali. Questa variazione primigenia che è naturale, e ne dissi anche i possibili motivi, chiamai primordiale; ammisi una evoluzione da ciascuna forma in una maggiore variazione, e quindi l'origine di forme dello stesso tipo varie per alcuni caratteri. Questa seconda variazione, che è continuazione, del resto, della prima, io chiamai secondaria, ed è la più importante per gli effetti, perchè hanno origine quelle forme divergenti che noi chiamiamo specie: la loro origine è un effetto di evoluzione naturale, come sopra affermai.

Questi concetti mi sono stati suggeriti dai fatti già riscontrati nei residui fossili delle epoche più antiche: pochi individui fossili di Idrozoi, di Attinozoi si mostrano varî come specie fin dall'inizio. È difficilissimo il dire se tali elementi siano soltanto individui varî d'origine o formazioni specifiche di individui con qualche carattere divergente. Nel cambriano invece abbiamo specie vere nei Trilobiti e nei Brachiopodi. Dall'ordoviciano in poi possiamo già ammettere

l'esistenza di vere specie di Idrozoi e Attinozoi, di spugne e così via, perchè la moltiplicazione di forme individuali con le variazioni è evidente.

Ma all'evoluzione naturale che produce le specie in questo primo periodo di vita, cui mi riferisco, è necessario ammettere un tempo che potrà essere stato più o meno lungo e anteriore all'apparizione delle forme già complete. Questo tempo trascorso dev'essere calcolato in parte nel periodo d'incubazione che sopra ho ammesso; ma l'evoluzione delle forme come specie dopo la formazione primordiale dev'essere stata rapida, e quindi nel cambriano, quando la fauna più sviluppata apparve, le specie erano in gran parte già formate; le altre si formarono in tempi successivi, così che nel medio cambriano sono moltiplicate, e maggiori variazioni avvennero fino all'estinzione di alcune forme, come si vide nei Trilobiti medesimi, e fino al presente come si ha nei Brachiopodi, benchè alcune forme specifiche si siano conservate lungamente.

Superato il primo momento che potrebbe dirsi di creazione naturale delle forme viventi, i processi di variazione e di evoluzione si compivano successivamente con varia rapidità e differente intensità; ma qualunque sia stato il mutamento avvenuto nelle forme, il tipo definito rimase immutato, come noi affermiamo risolutamente, perchè i fatti sono a costatarlo. Parlo per ora degli animali invertebrati, nei quali troviamo la presenza dei tipi che ebbero origine e la loro

persistenza, benchè moltiplicate le forme e le derivazioni da quel tempo d'origine.

Che cosa insegnano le teorie recenti sull'origine e l'estinzione delle specie?

Già conosciamo l'ipotesi di Darwin, secondo la quale si stabilisce la variazione e da questa si fa derivare l'evoluzione; e questa evoluzione sarebbe anche formazione di nuovi tipi dagli esistenti, come c'istruisce la tabella di Haeckel. In verità devo correggere questa espressione generale, che non sarebbe esatta, così formulata, perchè secondo Haeckel non tutti i tipi sono una trasformazione di tipi precedenti, i Vermi darebbero una serie di forme derivate, dai Molluschi ai Celenterati, compresi i Vertebrati, però vi sarebbero forme che si trasformerebbero da altre nate dal tipo verme.

De Vries vuol portare sperimentalmente un nuovo e differente contributo all'evoluzione come origine delle specie, mostrando e tentando di provare l'origine improvvisa delle nuove specie. Io ho più volte avuto occasione di occuparmi della teoria devriesiana, e fermamente ho sostenuto che De Vries non ha mai mostrato un solo esempio di evoluzione, ma soltanto di variazione con l'origine improvvisa di nuove forme per mezzo dell'*Oenothera*. Ho detto e scritto che egli trovasi in un circolo chiuso dal quale non esce e non può uscire, dall'*Oenothera* non deriva altro nuovo tipo di pianta, ma sempre l'*Oenothera*; quindi non evoluzione è questa, ma sol-

tanto, se è vera e genuina specie questa pianta, variazione dello stesso tipo.

Da ciò si vede che variazione non è evoluzione, come si vorrebbe ammettere; variazione può essere moltiplicazione di forme senza che vi sia elevazione verso tipo superiore, moltiplicazione di forme varie e così da costituire un albero genealogico senza superarne la forma tipica; e puo esservi stasi della forma tipica o decadenza e quindi anche estinzione dopo lunghi periodi di esistenza. Dalla moltiplicazione possono nascere tipi secondari o derivati che sono come rami indipendenti e quindi variare e moltiplicarsi per conto proprio: i Molluschi sono un esempio tipico, anche i Vermi, i Crostacei e così via. Ma Molluschi, Vermi, Crostacei rimasero e rimangono e rimarranno sempre tali in tutti i loro rami derivati dalle variazioni primordiali e secondarie al principio di loro esistenza.

Questi sono fatti e non ipotesi, e questi fatti ho tentato di spiegare con la mia interpretazione sulle variazioni; mi pare un espediente rinnovare continuamente il concetto, che dovrebbe essere una spiegazione negativa, della scarsezza e dell'imperfezione paleontologica che non suffraga le teorie. Certamente il futuro ci riserba nuove scoperte e nuovi documenti, ma non ci potrà mai dare documenti che provino essere la fauna esistente differente da quella che ora apparisce o differente da quella da cui è derivata.

Dopo Darwin e De Vries viene la teoria di

Mendel, che oggi è divenuta la teoria di Bateson, perchè questo biologo ha creduto di sviluppare i risultati delle esperienze di Mendel ed ha fondato, come a me sembra, una nuova teoria che mi pare insostenibile. In altro mio scritto, in cui ho esaminato le idee di Bateson, ho mostrato quali basi abbia la sua teoria, ed ho scritto, ricapitolando, quanto segue:

Con la dottrina di Mendel, che è soltanto una dottrina dell'eredità, si ammette la separazione dei caratteri negli effetti dell'incrocio, e questo sembra l'unico fatto positivo finora accertato.

Mendel e i suoi seguaci vorrebbero esplicare il fenomeno per mezzo di fattori di cui i caratteri sono la manifestazione estrinseca: questa è però un'ipotesi.

I caratteri sono dominanti o recessivi, spiegati per mezzo della presenza o assenza dei fattori: questa è una seconda ipotesi.

Fin qui è genetica, o teoria dell'eredità.

Bateson vuole spiegare la natura dei fattori, o per lo meno il loro carattere intimo, che dovrebbe dare il carattere visibile nelle forme organiche; siccome tali caratteri sono vari e dànno le variazioni negli stessi organismi, Bateson tenta di esplicare l'origine delle variazioni: terza ipotesi.

Per la quale dallo stesso Bateson si ammette che le variazioni avvengono o per perdita d'un fattore o per acquisto d'un nuovo fattore. Nella difficoltà di trovare come sia possibile l'aggiunzione d'un nuovo fattore, egli fa una nuova

ipotesi, che, cioè, realmente nessuna aggiunzione avviene, ma piuttosto la manifestazione d'un nuovo carattere per soppressione o perdita d'un fattore, detto inibitore, che impedisce, cioè, l'apparizione del nuovo carattere: quarta ipotesi.

Per sostenere questa ipotesi bisogna ammettere che un organismo comprenda già un complesso di caratteri, o meglio un complesso di fattori, fin dall'origine, che si manifestano quando sono lasciati liberi da fattori inibitori: quinta ipotesi.

Quest'ultima conduce ad un concetto estremo, che suppone l'evoluzione organica avere fatto altra via differente da quella finora ammessa; vale a dire non dal semplice al complesso, ma, viceversa, dal complesso; cioè: che le forme primordiali di protoplasma contengono complessità così abbondanti da poter produrre differenti tipi di vita, o, con le medesime parole di Bateson: « noi dobbiamo cominciare seriamente a considerare, se il corso dell'evoluzione possa ragionevolmente essere rappresentato come uno svolgersi d'un complesso originale, che continua dentro l'intera serie di diversità che gli esseri viventi presentano » (1). Questa è una sesta ipotesi.

Tutte le ipotesi indicate e dipendenti l'una

---

(1) Bateson, *Heredity*. Ristampa in " Annual Report of Smithsonian Institution for 1915 ". Washington, 1916.

dall'altra sarebbero sostenute dall'ipotesi primordiale dei fattori (1).

Quest'ultima ipotesi del Bateson dà qui il motivo di comparazione, trattando dell'origine della vita e delle sue varie forme; essa è in opposizione diretta non soltanto alla dottrina di Darwin e al concetto generale di evoluzione, ma ancora a ciò che da me è detto sull'origine degli organismi e delle loro variazioni.

Dopo le ricerche e gli studi sulla genetica e con il mendelismo e con altro presupposto, non si deve trascurare questo contributo con le nuove ipotesi che ne derivano, quando si vuole investigare l'origine delle forme della vita. Si denominano caratteri gli elementi essenziali delle forme, i quali sono vari e differenti e sembrano stabili nella maggior parte; ma alcuni certamente appariscono mutabili e dànno le variazioni. I caratteri si riferiscono all'intima costituzione degli organismi, come si apprende dalla genetica, e quindi sono trasmissibili nella riproduzione e nella discendenza, per cui si conserva il tipo o la forma organica, o la specie.

Ma poichè esistono variazioni anche nella conservazione del tipo organico, si vuol conoscere l'origine di esse; da Darwin in poi questo è stato uno dei problemi che hanno richiamato l'attenzione dei biologi. Questi hanno fatto ri-

---

(1) Cfr. *Genetica ed evoluzione*, " Rivista di Biologia ", I, 1919.

cerche con ogni metodo, e la genetica è uno di questi metodi. La genetica sembra essere il metodo più penetrante a scoprire l'intima costituzione degli organismi, perchè gli scruta nelle cellule germinali e nel loro sviluppo, come anche nelle manifestazioni che rivelano i caratteri.

Ora i problemi sono i seguenti, almeno per la ricerca che mi occupa: Può la genetica, che è una dottrina dell'eredità, spiegare i fenomeni dell'evoluzione? Può essa dare ragione delle variazioni che occorrono negli organismi? E venendo a una dottrina particolare: È giustificato Bateson nello sviluppo dato da lui alla dottrina di Mendel nel fare quelle applicazioni e quelle deduzioni cui egli è giunto con le sue varie ipotesi? Io non ho che da rispondere negativamente a questi quesiti. Parrebbe, però, che al secondo quesito si potesse rispondere affermativamente, perchè le ricerche sulle cellule germinali, fatte a proposito della dottrina di De Vries, hanno mostrato variazioni nel numero dei cromosomi e qualche altro fatto non ancora bene stabilito, le quali varrebbero a spiegare le variazioni scoperte nelle forme cui le cellule germinali si riferiscono. Ma la spiegazione da questo fatto non verrebbe, come si spera; da esso si apprende soltanto che il fenomeno della variazione non è superficiale, ma intimo e profondo e incomincia dall'elemento generatore degli individui, cioè dalle cellule germinali. Più di questo non dà, per ora, la genetica, e il problema fonda-

mentale rimane intatto e insoluto, cioè in qual modo può prodursi la variazione organica.

Ma anche su questo risultato giunge il dubbio, perchè gli esperimenti e le osservazioni sulle cellule germinali si sono fatti per l'*Oenothera*, di cui le varie forme hanno manifestato tali variazioni nelle cellule; e appunto di nuovo su l'*Oenothera* è tornato l'antico sospetto che essa fosse una pianta ibrida. Allora quei risultati avrebbero poco valore (1). Bisognerebbe investigare altre piante che daranno affidamento di essere forme pure per giungere a conclusioni sicure. Comunque sia, non ci sarebbe che uno spostamento nel rintracciare le variazioni, ma non si avrebbe la spiegazione.

In quanto al concetto di Bateson che le variazioni derivano o dalla perdita di un fattore, o dalla comparsa d'un altro, rimasto latente per inibizione di altro fattore, o per la soppressione di questo, credo che egli non abbia mezzo di giustificare la teoria; in ogni caso dovrebbe mostrare per quali cause avvengano tali fenomeni, e questo non dice affatto, tanto più che egli

---

(1) Cfr. fra gli altri Gates, *The Mutation factor in Evolution with particular reference to Oenothera*. London, 1915; B. Moore Davis, *A criticism of the Evidence for the Mutation Theory of De Vries from the Behavior of Species of Oenothera in crosses and in selfed lines*, " Proc. Nat. Academy of Sciences on the U. S. of America ", vol. 3, n. 12, 1917.

nega ogni influenza che venga dal di fuori dell'organismo. Del resto la genetica non mostra nulla di ciò. Può Bateson spiegare la perdita dei fattori, cosa che egli crede facile? Può spiegare la perdita del così detto fattore inibitore? Io credo che non lo possa.

Ma la deduzione più paradossale di Bateson mi sembra quella per la quale egli crede che l'evoluzione proceda dal complesso, come che in ogni organismo si trovino tutti i caratteri sia allo stato evidente attivo, sia allo stato latente, e quelli latenti possano manifestarsi per mezzo della soppressione d'un fattore inibitore che ne impediva la manifestazione. Ma più ancora: la sostanza vivente, anche un'ameba, avrebbe d'origine in sè racchiusi tutti i caratteri da svolgere per evoluzione. Applicando questa teoria all'origine della vita, noi avremmo il fatto che la sostanza vivente amorfa e poi in seguito organizzata in forme cellulari, contenesse tutti i fattori dei caratteri di qualsiasi tipo che per evoluzione si manifestano. Naturalmente, seguendo la dottrina batesoniana, vi sarebbe una continua rivelazione di caratteri che si vanno estrinsecando dall'interno della sostanza viva, e questo avvenimento senza alcuna influenza dall'esterno su gli organismi. Non è possibile seguire questa sua dottrina sino ad ulteriori conseguenze, come egli fa nella sua conferenza citata.

Ma la genetica fino ad un qualche limite può suggerire qualche nuova spiegazione sulla origine

delle varie forme viventi, e quindi può essere utile alla nostra ipotesi già espressa sopra. La genetica riguarda i processi della generazione degli organismi dall'apparire allo sviluppo delle cellule germinali; ci mostra inoltre come nella discendenza le forme e i caratteri si trovino nei genitori e nei progenitori, e giustamente si chiama riproduzione il fenomeno cui accenno, perchè si riproducono per eredità le forme che si trovano nei genitori e negli antenati. Seguendo le generazioni, noi possiamo facilmente mostrare che queste, ripetute infinite volte, hanno riprodotto i medesimi tipi, e gli esempi più antichi ci vengono dal precambriano e dal cambriano, cioè da molti milioni di anni addietro, da venti o da trenta milioni; e abbiamo veduto organismi come i Brachiopodi, i Molluschi, le Oloturie, le Meduse, forme come i *Xifosura*, *Limulus*, che hanno riprodotto invariablimente i tipi, moltiplicando anche le variazioni che non alterano il tipo. La genetica ci mostra quindi costantemente l'ereditarietà e l'eredità delle forme tipiche; ma ci mostra un altro fatto caratteristico e che è stato trascurato nell'interpretazione dell'evoluzione organica, cioè che quegli esseri marini di cui spesso ho parlato, che comprendono Echinodermi, Vermi, Artropodi, Molluschi, Brachiopodi, Tunicati, e che abbiamo trovato formati all'origine della vita senza progenitori, quando escono dai processi puramente embriologici, assumono, meno eccezioni, una vita in apparenza indipendente, ma

non in stato completo e adulto nella formazione, e che dicesi stato di larva. Questi stati larvali sono metamorfosi dell'animale sino al raggiungimento dello stato adulto; i Crostacei assumono la forma di *Nauplius*, di *Zoaea*, di *Cypnis*, di *Cyclops*; altri animali assumono altre forme non definitive, e varie e complicate sono quelle degli Echinodermi, così anche quelle dei Tunicati, specialmente nelle Ascidie: fatti notissimi al naturalista.

Questi fatti hanno un significato di grande importanza, che finora non ha ricevuto spiegazione alcuna; essi sono egualmente fenomeni ereditari, sono riproduzioni di stati precedenti per i quali sono passati quegli animali prima di assumere le forme definitive che ora mostrano, tanto nella storia paleontologica, quanto al presente. Questi stati larvali si riferiscono ai processi di formazione all'origine della vita animale, e quindi confermano la nostra teoria che tali organismi si formarono lentamente e indipendentemente gli uni dagli altri, e non derivati da altri organismi con forme definitive, come comunemente si suppone, quali progenitori. Ma non si deve credere che tali processi formativi d'origine fossero tali quali si vedono oggi prodursi nelle fasi larvali di questi animali; quelli originarî formativi debbono essere stati più lunghi nel tempo con fasi più numerose e ancor più graduali, che non appariscano al presente, come tutti i processi embriologici ora fissati e abbreviati. Importante

è anche a notare che questi stati larvali di sviluppo sono differenti per i differenti tipi animali e anche per quelle forme che, pure aggregate ad unico tipo, costituiscono gruppi distinti, come comunemente si ha nella classificazione sistematica. Tali fatti si possono mostrare nei vari gruppi dei Crostacei, come Cirripedi, Copepodi, Ostracodi e altri ancora, come nei vari gruppi di Molluschi e nei Brachiopodi. Tutto tende a rivelare l'origine poligenica dei gruppi e tipi animali, come naturalmente deve risultare dai vari processi formativi.

Stabilite le forme animali secondo caratteristici processi di formazione, tali processi nella riproduzione dovevano subire per economia una riduzione, come una condizione naturale e necessaria alla continuazione della vita nel modo meno dispendioso di energia e di tempo utile alla moltiplicazione degli esseri viventi. Cioè a dire, questi viventi non dovevano ricominciare i lunghi processi formativi che già furono naturali all'origine della vita, mà seguire le vie più brevi e i processi più compendiosi. Così oggi quelle che chiamansi metamorfosi e che appariscono allo stato larvale di sviluppo, sono residui e forme abbreviate dei processi originarî; quindi credo che possà stabilirsi un principio così espresso: *Le forme larvali degli invertebrati, che sono stati successivi di sviluppo, corrispondono a processi abbreviati della loro formazione all'origine della vita.*

Che i processi formativi d'origine fossero numerosi e graduali ed esigessero lungo tempo, si comprende facilmente dal fatto che gli esseri viventi dovessero subire una moltiplicazione in elementi cellulari, e questi dopo una trasformazione in tessuti secondo le funzioni che andavano ad assumere in fini separati nel complesso organico. E già si vedono fin dall'origine tessuti differenti, organi vari, che servono alla conservazione dei viventi e per la nutrizione e per la protezione, di cui gli organi e le funzioni psichiche sono parte integrale. In questi processi, che sono di evoluzione e di formazione definitiva di tipi animali, i viventi andavano acquistando i caratteri che oggi noi possiamo distinguere ed esaminare in essi. Non, come Bateson pensa, che i caratteri, rappresentati nei fattori, fossero già racchiusi nella sostanza vivente e si manifestassero per evoluzione; ma invece è da ammettere che essi si acquistassero nel progressivo sviluppo delle forme tanto in complicazione quanto in fissazione. Tali caratteri, ora, sono il patrimonio acquistato fin dal tempo in cui cominciarono a formarsi i tipi animali; ma non si nega che altri possano acquistarsene in condizioni analoghe. Con ciò possiamo affermare che i caratteri negli esseri viventi sono tutti acquisiti, sono divenuti stabili e infine ereditari.

La conservazione della vita esigeva un'economia, e questa si rivela nella riproduzione e nell'eredità delle forme, che è eredità dei caratteri

acquisiti già nella formazione. Alla riproduzione furono destinati alcuni elementi speciali separati dal restante organismo, e in organismi più semplici qualche parte di essi; e quindi nel primo caso si formarono organi che tali speciali elementi producessero, atti alla riproduzione dell'intero organismo complesso. Così fin dall'origine si trovano animali con organizzàzione superiore con organi sessuali più o meno sviluppati, dai quali si hanno le cellule germinali.

Qui il problema ritorna a presentarsi, se le cellule germinali abbiano in sè tutti i caratteri del vivente dal quale derivano; a questa domanda rispondiamo risolutamente in forma negativa; essa comprende un'idea antica e ora abbandonata. Noi ci richiamiamo sempre all'origine della vita, in cui i caratteri furono acquistati lentamente per evoluzione nei vari periodi di sviluppo. Le cellule germinali d'un vivente portano condizioni proprie di quello da cui derivano, la facoltà di svilupparsi come lo stesso vivente si sviluppò in origine, riacquistando i caratteri riferibili a quello e non ad altro vivente di tipo differente, che ha una serie di processi propri, ma egualmente nel modo economico ed abbreviato; quindi passano per alcuni stadi simili e compendiosi, tanto nello sviluppo embriogenico proprio, quanto in quello larvale, e riproducono le forme dei genitori e dei progenitori.

La teoria che ho emesso intorno al significato degli stadi larvali negli animali, può essere con-

fortata da alcuni fatti che fortunatamente la paleontologia ha offerto. Tali stadi larvali, che, per noi, si riferiscono a stadi formativi originari, sono stati scoperti per i Trilobiti, e da molto tempo, da Barrande. Questo paleontologo credette di riconoscere quattro ordini o gradi di sviluppo, che io trascrivo.

		Tipi
I.	Testa predominante incompleta Torace non esistente o rudimentale Pygidium non esistente	*Sao hirsuta.*
II.	Testa distinta incompleta Torace nullo Pygidium distinto incompleto	*Trinucleus ornatus* e tutti gli *Agnostus.*
III.	Testa completa Torace distinto incompleto Pygidium distinto incompleto	*Arethusine koniucki.*
IV.	Testa completa Torace completo Pygidium distinto incompleto	*Dalmanites hausmanni.*

Secondo Beecher il primo stadio soltanto è primitivo, e crede che molti stadi più primitivi di questo, e non ancora trovati, devono esservi stati. Corda (citato dal Beecher) alla sola specie *Sao hirsuta* ha dato non meno di dieci nomi generici e diciotto specifici come a differenti stadi che ne mostrerebbero lo sviluppo.

Per lo stesso Barrande da *Agnostus* a *Olenellus asaphoides* vi sarebbero vari stadi, come segue:

1. *Agnostus nudus.*
2. *Agnostus rex.*
3. *Trinucleus ornatus.*
4. *Hydrocephalus saturnoides.*
5. *Hydrocephalus carens.*
6. *Olenellus asaphoides,* Ford.
7. *Olenellus asaphoides,* Ford.
8. *Olenellus asaphoides,* Walcott.

Beecher ammette che da *Agnostus* a *Paradoxides* vi sarebbero state gradazioni numerose corrispondenti a stadi larvali; l'acquisto di distinti stadi larvali avrebbe dovuto essere raggiunto per mezzo di una lunga serie di mutamenti in forma di progenitori. Quindi crede di paragonare questi stadi larvali dei Trilobiti al *Nauplius*, stadio di larva nei Crostacei, e con Claus ammette che questa forma larvale sia modificata o secondaria, e cerca di dimostrarlo per mezzo di comparazioni fra il *Nauplius* dei Crostacei viventi e il *Protaspis* dei Trilobiti, come si denominano le larve di questi. Le conclusioni cui viene sono che il *Nauplius* debba considerarsi come una larva divenuta modificata gradatamente e il *Protaspis* rappresenterebbe la forma larvale primitiva per la classe.

Ma è da osservare che il *Nauplius* nei vari Crostacei non presenta la stessa forma, come lo

stesso Beecher mostra per mezzo di una raccolta fatta da Fexon delle varie forme di *Nauplius* nei Crostacei; il che esige una spiegazione differente da quella del Beecher, come differente, in parte almeno, dev'essere la spiegazione nel confronto di *Nauplius* e *Protaspis*. Di *Protaspis* non vi è unico stadio, come sembra per *Nauplius*, il quale io considero forma residuale dei vari mutamenti corrispondenti a molte forme larvali nei primordi della vita per la formazione dei Trilobiti.

Trascrivo alcune conclusioni del Beecher, che credo utili a sostegno della mia interpretazione sul significato dello stadio larvale.

Lo stadio di *Protaspis* più semplice è stato trovato nel cambriano nei generi di Trilobiti; durante un periodo geologico più tardivo questo primo stadio acquistò caratteri addizionali e si modificò, benchè ritenesse la sua glabella pentamera e una piccola porzione addominale.

La storia dei caratteri acquisiti è tracciata per mezzo del confronto fra i Trilobiti adulti e i larvali nel paleozoico, e di una serie progressiva di forme larvali stabilita in esatta corrispondenza con le forme adulte, le quali per se stesse costituiscono una serie progressiva cronologicamente e nella struttura.

Il *Nauplius* dei Crostacei è omologo al *Protaspis*.

Il *Nauplius* è una larva modificata, il *Protaspis* rappresenta molto da vicino la primitiva forma

larvale come progenitore per la classe e si avvicina al *Protonauplius* (1).

Queste conclusioni sembrano, in gran parte scritte per la mia idea che vado sostenendo; ma il nostro autore non dà altro significato a questa serie progressiva di forme larvali che quello di sviluppo, come sarebbe nel *Nauplius*; per me è certamente sviluppo, ma originario, formativo, non ereditario come il *Nauplius*. Inoltre il *Protaspis* è una serie, non unico stadio, e questa serie evolutiva mostra come gli animali andassero a formarsi, all'origine loro, da una sostanza vivente amorfa prima, con caratteri cellulari in seguito e nel modo che già ho supposto. Il primo stadio dev'essere molto più semplice e più primitivo per i Trilobiti, un *Proprotaspis* (cioè più che *Protaspis*).

Beecher riferisce esempi di stadi larvali successivi, che mostrano quanto egli stesso sostiene. Anche Walcott si occupa dello sviluppo dei Trilobiti in modo esteso, non soltanto per quanto concerne gli stadi larvali, ma anche la successione delle forme che ne derivano, le quali hanno l'apparenza di essere stadi egualmente di forme più complete. Un esempio del primo caso si ha nella specie *Elliptocephala asaphoides*, esposto con figure che rappresentano i gradi successivi

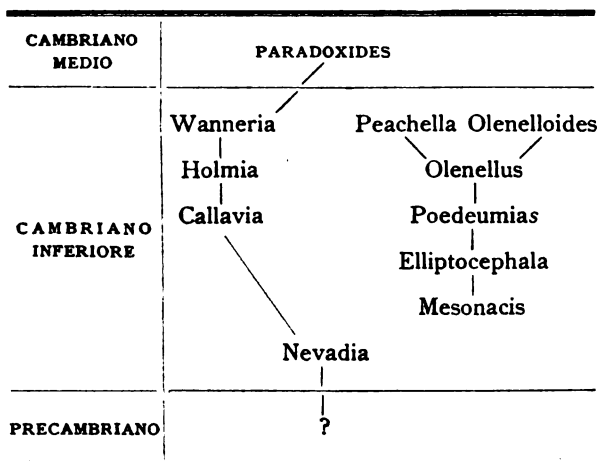
(1) Beecher, *The larval steps of Trilobites*, "Amer. Geologist", vol. XVI, pagg. 166-97.

di sviluppo delle parti componenti. Soltanto della collezione Ford egli espone otto stadi larvali graduali del *Paraprotaspis*, come egli denomina uno stadio del Cephalon della specie (1). Se si potessero ottenere tutte le forme di sviluppo e le larve corrispondenti, si vedrebbe meglio come queste rappresentano la formazione lenta e successiva del vivente nel periodo della sua origine e formazione. Per quell'economia di cui ho parlato, il numero delle larve come stadi si riduce e si abbrevia, come avviene nelle varie forme di *Nauplius* nei crostacei viventi.

Rispetto a forme ritenute per adulte, Walcott trova in Mesonacidae una serie di stadi e si serve del torace per distinguere e classificare questi stadi. Comincia da *Nevadia*, forma di trilobite che egli stima primitiva nel cambriano inferiore e anteriore ad *Olenellus*, che pur caratterizza questo periodo geologico. Egli stabilisce quindi uno stadio *Nevadia* e stadi successivi, così: *Mesonacis*, *Elliptocephala*, *Holmia*, *Poedeumia*, *Olenellus*; e ammette che *Paradoxides* del medio cambriano derivi da queste forme precedenti. Altre, però, ve ne sono che Walcott crede doversi collocare nella successione che è racchiusa in una tabella, come segue (2):

---

(1) Walcott, *Olenellus and other genera of the Mesonacidae*, " Smiths. Misc. Coll. ", vol. 53, n. 6. Washington, 1910, tav. 25.

(2) Walcott, Op. cit.

In realtà questa è una tabella filogenetica, perchè contiene filiazioni di forme come generi e specie, che secondo Walcott si svolgono le une dalle altre con l'acquisto di nuovi caratteri, che si accumulano nelle forme definitive e specializzate. Mi sembra, quindi, che questa filiazione non abbia relazione con quei vari stadi che si riferiscono allo sviluppo prima del raggiungimento dello stato adulto, che è altra cosa e altro fenomeno, che io non vorrei fosse confuso con quello che porta alla formazione dei tipi caratteristici. Nondimeno parrebbe che lo sviluppo, sia pure quello che dà nuove forme, nuovi generi e nuove specie, non si fermerebbe, quando una forma adulta è completa, ma seguirebbe con la produzione di nuove forme definite, e sempre dello stesso tipo, che non è superato.

Tornando agli stadi larvali, noi vediamo in quelli così numerosi e successivi dei Trilobiti confermato il nostro concetto già espresso, che essi sono formazioni primordiali del tipo animale, e per questo sono numerosi e successivi, mentre gli stati larvali degli animali viventi sono abbreviazioni, riduzioni di quelli originari, riproduzioni ridotte di stati anteriori come eredità. Per questo motivo, mentre nella formazione si hanno acquisti continui di caratteri nell'evoluzione del vivente futuro, nella eredità i caratteri acquisiti appariscono subito, rimanendo persistenti.

Beecher e Walcott, di cui ho riferito i pazienti e importanti studi sullo sviluppo dei Trilobiti, vorrebbero far derivare questi da Vermi, *from annelidian-like ancestor*, per la graduale combinazione di segmenti a formare il cephalon e il pygidium. E avanti tutto non sarebbe un vero anellide, ma un *annelid-like*, e allora potrebbe anche ammettersi come prima formazione, che andrà a svilupparsi con nuovi e definiti caratteri: cioè questo progenitore dei Trilobiti non sarebbe un vero verme con caratteri definiti da costituire un tipo, quindi una formazione originaria indipendente da quella degli anellidi. In secondo luogo si dovrebbe mostrare che i Vermi siano stati formati in tempo anteriore a qualsiasi forma di crostaceo, ciò che non si può certamente mostrare da quanto finora hanno rivelato i terreni precambriano e cambriano. Invece dalle medesime rivelazioni sembra che questi due tipi siano contem-

poranei. Non dimentichiamo che nel precambriano appare un tipo di ***Eurypterus***, ***Beltina danai***, superiore ai Trilobiti per organizzazione. Che se nei Trilobiti appariscono caratteri simili ad alcuni di Anellidi, nulla ci sorprende, perchè molti di quei tipi primitivi di quell'epoca hanno alcuni caratteri comuni, e alcuni di loro sono anche così indeterminati che lo zoologo paleontologo trova difficile a determinarne il posto, e i Trilobiti si trovano fra questi, come i Brachiopodi.

Disgraziatamente finora non si trovano scoperti gli stadi larvali di altri animali, quali i Molluschi e altri, per vedere più completamente confermato il concetto nostro che le così dette larve dei Trilobiti, o stadi larvali che ne manifestano lo sviluppo, sono stadi di formazione primaria con acquisto di nuovi caratteri fino a compimento definitivo dell'animale. Questi processi devono essere avvenuti e compiuti all'origine della vita per tutte quelle forme animali che si son trovate nel cambriano, e che hanno continuato la loro esistenza nei periodi geologici susseguenti, conservando fra numerose variazioni e moltiplicazione di specie il loro tipo d'origine.

VII.

SOMMARIO: Alcuni risultati delle esplorazioni marine abissali dello Challenger e del Blake. I depositi abissali. Il così detto *Bathybius*. La fauna e giudizî di W. Thomson e del Murray. Le idee del Murray sulle origini della fauna. Giudizî di A. Agassiz su la fauna abissale in relazione alla mesozoica e terziaria.

Io ho creduto utile ricercare se e quale e quanta relazione vi fosse fra le condizioni dei bacini marini di ogni profondità e quelle che avremmo potuto supporre all'origine della vita e nei periodi arcaici in cui questa apparve, precambriano e cambriano. Non vi era altro che vedere alcuni risultati delle esplorazioni oceaniche che da molti anni si sono compiute da varie nazioni, inclusa l'Italia. Ma per non deviare molto dal mio scopo mi sono servito dei risultati della maggiore esplorazione fatta dal Challenger e di quella del Blake, inglese la prima, americana la seconda. Quella del Challenger pose, può dirsi, i capisaldi su cui i naturalisti hanno stabilito le loro conclusioni nelle relazioni fra abitato e fauna, e quindi anche alcune deduzioni utili per la interpretazione della distribuzione e della localizzazione della fauna marina al presente e d'origine. Ma pur devo dire che nulla o poco si può ricavare riguardo all'origine della vita, in qualsiasi ipotesi questa

si voglia stabilire; anzi debbo dire che il concetto predominante è sempre quello che l'origine debba essere avvenuta molto al di là del tempo in cui apparve, e che non rimane traccia di questo tempo anteriore, come tutti suppongono.

Per maggior chiarezza di quel che dirò, è utile riassumere nel modo più breve quanto fu trovato nei fondi marini, bassi, profondi, abissali, come lucidamente è stato esposto da uno dei naturalisti del Challenger, John Murray, il quale così determinò i depositi vari:

Depositi marini.

1. Deep-Sea Deposits, beyond 100 fathoms (m. 183).	Red Clay	I. Pelagic Deposits, formed in deep water removed from land.
	Radiolary Ooze	
	Diatom Ooze	
	Globigerina Ooze	
	Pteropod Ooze	
	Blue Mud	II. Terrigenous Deposits formed in deep and shallow water close to land masses.
	Red Mud	
	Green Mud	
	Volcanic Mud	
	Coral Mud	
2. Shallow-Water Deposits between low-water mark and 100 fathoms.	Sands, gravels, muds, ecc.	
3. Littoral Deposits, between high and low water marks.	Sands, gravels, muds, ecc.	

Red Clay (creta rossa). Quasi tutto il fondo dei mari abissali è coperto di creta, che per il suo colore è detta rossa, sebbene non sia sempre di questo colore, ma è variabile in diverse zone secondo la quantità che contiene di ferro e di manganese. La maggior estensione apparente di creta rossa si trova nell'Oceano Pacifico; ma non è pura, è mescolata con elementi estranei, specialmente di Foraminiferi, Radiolari e altri residui di animali con conchiglie calcaree o silicee. Le così dette melme molli (*ooze*) a Globigerina, a Radiolari, a Pteropodi, a Diatomee, sono costituite di avanzi predominanti dell'uno o dell'altro deposito; ma non vi mancano in ciascuno di essi altri elementi meno abbondanti. Così la melma a Globigerina ha predominanti i depositi composti di Foraminiferi, ma in essa trovansi anche Radiolari e Pteropodi; e così egualmente le altre melme con differente nome. La melma a Diatomee che occupa gli abissi delle regioni antartiche contiene principalmente questi gusci silicei dei minutissimi organismi. La creta rossa trovasi in generale nei depositi su nominati.

Murray, che fece molte analisi dei saggi di melme presi da varie parti della profondità marina, afferma che nei mari profondi vi sono depositi di cui una larga area è coperta di creta rossa; si potrebbe dire che questa esiste dapertutto nelle regioni abissali dei bacini oceanici, perchè il residuo dei depositi organici, cioè Globigerina, Pteropodi, Radiolari, è più o meno creta

rossa. Però questo deposito apparisce nella sua forma caratteristica in quelle aree dove i minerali terrigeni e gli organismi calcarei e silicei spariscono in una estensione maggiore o minore del fondo. Nelle regioni centrali del Pacifico si hanno esempi tipici.

Riguardo all'origine della creta rossa si hanno varie opinioni. Wyville Thomson aveva espressa l'opinione che essa fosse di origine organica, ma in seguito venne all'idea che essa fosse essenzialmente il prodotto della disintegrazione di roccie antiche, e sotto alcune circostanze potesse essere una formazione organica; ammise anche che le crete omogenee e liscie e gli scisti avessero un'origine simile a quella della creta rossa. Huxley sostenne queste idee; ma Murray invece sostiene che questa materia argillosa, nei depositi marini lontani dai continenti, derivasse dalla decomposizione dei silicati di alluminio e di roccie che trovansi nei bacini oceanici derivate da eruzioni subaeree e sottomarine. Renard, accettando questa spiegazione, è inclinato a dare maggiore importanza alle eruzioni sottomarine. Potrebbe avere una partecipazione alla formazione di questo deposito una sostanza colloidale cretosa che venga in sospensione dalla terra. Ma vi sono altre opinioni che io tralascio di ricordare.

Come nella classificazione su riferita, secondo Murray, vi sono depositi terrigeni che trovansi nelle acque basse e nelle profonde; è constatato che essi derivano principalmente da materiali di

trasporto di origine terrestre. Nelle profondità lontane dal littorale si trovano melme che si distinguono dalle abissali col nome di *mud*, limo, fango, mentre le abissali prendono il nome di *ooze*, melme molli più delle altre. Anche qui, per mescolanza di ferro, manganese e altri metalli, si hanno *muds* blu, rossi, verdi; e dove predominano elementi vulcanici, il *mud* è detto vulcanico, e corallifero quello con depositi di coralli. Nelle àcque basse e littoranee si trovano sabbie, ghiaie e anche fango, là cui origine è sempre la terra per detriti trasportati.

Non è còmpito mio di occuparmi dell'analisi di tutti quei depositi di cui ho fatto i nomi; questa analisi è stata lungamente esposta in un volume dei risultati dell'esplorazione del Challenger (1); ma devo ricordare le formazioni dei depositi abissali che prendono nome da accumuli di conchiglie depostė nel fondo, secondo il predominio d'un tipo su di un altro, come ho detto. Non sono esseri vivi accumulati nella melma (*ooze*), ma scheletri, quasi in massima parte costituiti di calcare, altri di silice e di arenaria; così si hanno mucchi di carbonato calcare e fosfati insieme di calce nei fondi oceanici. Derivano questi depositi da Foraminiferi, Radiolari, Pteropodi pelagici, da spugne silicee e calcaree, da

(1) J. Murray e R. A. Renard, *Deep-Sea Deposits*. Report on the scientific results of the Exploring Voyage of Challenger. London, 1891.

Diatomee che vivono nelle acque a varie profondità. Quando questi esseri muoiono, cadono nel fondo e rimangono nella melma. Anche altri animali con scheletri calcarei, e che vivono nei mari pelagici, morendo vanno in fondo, ma non tutti i loro avanzi scheletrici resistono all'azione dissolvente dell'acqua marina e ad altri agenti. Così è che pochi residui si sono incontrati di crostacei e di altri animali che si potrebbero ottenere dalle profondità oceaniche. Da questo aspetto i fondi abissali degli oceani sono vastissimi cimiteri da tempi immemorabili.

Anche i depositi marini in acque profonde e detti terrigeni hanno accumuli di animali morti come negli abissi oceanici; ma qui la vita sembra essere più rigogliosa che in quelli, perchè, oltre ad un gran numero di animali che vivono al fondo, nel benthos e nel plancton, si trovano anche forme vegetali, specialmente presso le regioni littoranee.

Ma oltre ai depositi organici riferiti, Foraminiferi, Radiolari, Coralli, Spugne e altri, l'analisi chimica ha rivelato trovarsi una sostanza albuminoide in quasi tutti i depositi profondi, mescolata, o a strati leggeri, nelle melme di ogni specie, *ooze* e *mud*. Secondo Murray sembra che nelle acque meno profonde la quantità di tale sostanza sia maggiore che nella melma di *ooze* e di *mud*. Secondo lui questa è materia in processo di decomposizione, e sarebbe d'origine animale, organica, come gli altri depositi, sarcodi

di animali morti. Di essa si nutrono molti animali e si avrebbe la prova dal fatto che lo stomaco di Echinodermi, di Anellidi e di altri organismi fosse sempre trovato pieno dello strato superficiale di melma di quella regione dalla quale questi organismi furono dragati. Anche i Crostacei dragati dalle aree dove la melma sottile comincia a depositarsi, circa al di là di 100 braccia (183 m.), sembra che vivano di particelle minute di sostanza organica che trovasi nelle materie argillose. Voglio qui riportare un luogo di Agassiz, che si occupò delle esplorazioni del Blake, a proposito di questa sostanza organica. Scrive:

« Giudicando per mia esperienza, credo che senza dubbio si debba riferire questo rifornimento di silice ai grandi campi di spugne silicee del mare profondo, le quali, quando muoiono e si decompongono, provvedono gli spicoli trovati disseminati per tutta la massa calcarea della melma a Globigerina nel mare profondo. Dove spugne silicee sono state trovate in gran numero, come nella melma a Globigerina non molto lontano da Santa Cruz, p. es., quivi numerosi esemplari di nuovi Pheronema furono dragati. Tutta la massa di melma era così impregnata di spicoli e di sarcodi di spugne da essere collosa e viscida. Più d'una volta la draga doveva essere immersa in uno degli strati di spugne che erano sempre presenti, e la massa vischiosa simile a bianco d'uovo con una moltitudine di spicoli si divideva come peli per la melma. Questo, come pienamente

mostra l'analisi dei fondi marini, dimostra che la sostanza amorfa, che dà alla melma la viscidità, non è il prodotto di solfato di calce in uno stato floculento, ma è dovuta alla presenza di una massa di protoplasma decomposto: i residui di tutta la vita animale accumulata per molto tempo sopra il letto dell'oceano. Questa sostanza è lentamente e di nuovo adoperata da animali viventi; è preservata dalla putrefazione e dal deperimento, essendo conservata, per eccesso di acido carbonico, in regioni dove nessun processo di ossidazione ha luogo, nè per le correnti, nè per onde, o per altre influenze atmosferiche.

« Un immenso accumulo di silice deve trovare le sue vie al mare ed essere immediatamente disciolto dall'eccesso di acido carbonico trovato sul fondo, mentre soltanto una parte della melma calcarea può essere presa in soluzione. Allora questa silice è presto posta nelle migliori condizioni per essere accolta da organismi che vivono sopra lo strato di sostanza protoplasmatica che copre il fondo dell'oceano, dove la silice si è accumulata. Come Wallich ed altri hanno molto chiaramente provato, questo strato di protoplasma, quando esiste, è il prodotto della vita organica, non la sorgente » (1).

Questa sostanza organica di carattere protoplasmatico e che trovasi nei depositi in fondo

(1) AGASSIZ, *Three Cruise of the Blake*, vol. 1, pag. 149. Cambridge, Mass., 1888.

agli oceani, ha una storia. Nel 1857 il capitano Dayman trovò, nei suoi sondagi, esplorando col Cyclops, e nei depositi del mare profondo, una sostanza plastica o *ooze*, la quale aderiva quando erà dragata. Questa sostanza fu esaminata da Huxley il quale trovò che i saggi ottenuti da 3109 a 4389 metri fossero importanti per la loro uniformità; nei vari recipienti che li contenevano, Huxley osservò una sostanza vischiosa e piccoli corpuscoli rotondi solubili in acido che egli denominò Conoliti, e considerò come parti scheletriche di una supposta Monera gigantesca, il *Bathybius*, largamente diffuso sopra il fondo marino. Gümbel, a cui Huxley aveva dato una quantità di melma tratta dall'Atlantico alla profondità di 4577 metri, confermò l'interpretazione di Huxley. Come altri Murray ha combattuto questa interpretazione, perchè per lui il *Bathybius* è soltanto un precipitato fioccoso di un solfato di calce prodotto dall'acqua salata, da materia organica in presenza dell'alcool. Haeckel se n'era servito per le sue idee sulle origini della vita e l'evoluzione; ma nelle ultime edizioni della sua Antropogenia ha abbandonato il *Bathybius* (1).

Qualcuno non vede ancora risoluto il problema sulla natura di questa sostanza protoplasmatica; ma se realmente essa rappresenta i residui delle parti molli degli animali morti, come gli scheletri

(1) Cfr. Murray, Op. cit., pagg. XXV-XXVI; Agassiz, Op. cit., vol. I, pagg. 203-4.

calcarei e silicei, la definizione sopra data da me dei depositi abissali e dei mari profondi come cimiteri è giustificata. Da ciò risulta naturalmente che i mari precambriani e i cambriani non potevano avere nei loro fondi depositi organici, e quelle melme che oggi hanno quei caratteri di cui ho detto qualche parola, dovevano essere costituite chimicamente in modo diverso dal presente. Noi abbiamo già veduto come appena qualche Foraminifero e qualche Radiolare ci ha dato il cambriano; questi protozoi così numerosi che hanno fatto gl'immensi depositi nel fondo dei mari devono essere intervenuti più tardi nella fauna già ricca del cambriano.

Questa differenza costatata circa i costituenti dei fondi marini presenti e quelli all'origine della vita, ci porta a nuove considerazioni, che naturalmente dovranno rendere più evidente la differenza medesima, cioè la natura della fauna e la sua distribuzione nel mare, intendesi qui soltanto di invertebrati. Ciò si ha dai risultati delle esplorazioni che già hanno rivelato la natura dei depositi. Wyville Thomson, che fu il capo della spedizione scientifica dello Challenger, ha emesso alcune sue conclusioni intorno a questo, in quanto si riferisce al presente (1). Io riferisco quel che serve al mio scopo.

Non esiste nessun limite di profondità alla

---

(1) Introduzione ai Reports del Challenger, pagg. 49-50.

vita animale nell'oceano; tutte le classi d'invertebrati marini che sono stati trovati nelle acque più basse, s'incontrano anche nelle maggiori profondità; ma sembra che gli animali decrescano in numero, in varietà e anche ordinariamente in grandezza nelle estreme profondità.

Temperatura, pressione e luce esercitano la loro influenza sul numero e sulla varietà dei viventi.

La fauna abissale è molto speciale e naturalmente uniforme per l'area enorme su cui si estende.

Essa è caratterizzata dall'abbondanza e varietà di certi gruppi cospicui d'invertebrati, i quali non sono rappresentati o occupano un posto molto subordinato nella fauna delle acque basse.

Con tutta probabilità le depressioni della crosta terrestre, che ora formano i grandi bacini oceanici, datano da epoche geologiche primitive e conseguentemente durante il periodo delle deposizioni delle formazioni giurassiche, cretacee e terziarie, almeno la più gran parte della superficie della terra era coperta dal mare. Come le condizioni fisiche del mondo sembra siano rimaste quasi le stesse durante questo tempo, non sembra vi sia una speciale ragione di dubitare che la media profondità del mare sia stata dapertutto circa 4575 metri e la temperatura delle regioni abissali 32°—40° F. come oggi.

La fauna delle acque basse dei periodi giurassico, cretaceo e terziario è certamente differente

dalla fauna delle acque basse odierne, ma è comparabile con essa per ogni riguardo. I ricordi della fauna abissale di questi periodi passati sono naturalmente più scarsi, perchè sono ancora sotto il mare; ma distacchi occasionali hanno dato prova che la regione abissale dell'oceano è stata abitata ovunque.

La fauna abissale esistente comprende alcune forme animali caratteristiche che pare non abbiano diretta genetica relazione con le faune delle acque basse, e pare anche che siano indipendenti, fino a certo limite, dalla distribuzione della temperatura dovuta a diretta radiazione solare o a correnti superficiali.

La recente fauna abissale ha una relazione con la fauna di acque profonde del giurassico, cretaceo e terziario così stretta che è difficile supporre che non sia altro che la medesima fauna la quale è stata soggetta a mutamenti lenti e continui sotto circostanze lentamente variabili secondo alcune leggi della natura di cui non abbiamo ancora la più lontana cognizione.

Non sembra dubbio che la presente fauna abissale sia il risultato di mutamento progressivo, ma pare che il progresso sia stato estremamente lento.

La scoperta della fauna abissale sembra di aver dato l'opportunità di studiare una fauna di grandissima antichità, la quale sia giunta alla sua presente condizione per un processo lento

di evoluzione, di cui tutte le cause di rapido mutamento sono state eliminate.

Lo studio della fauna abissale rivelando strutture affini fra la fauna dell'oggi e quella del passato, apporta in preminenza una nuova messe di fatti, morfologici, ontologici e paleontologici in sostegno potente della dottrina dell'evoluzione, ma non dà il minimo appoggio alla teoria che riferisce l'evoluzione delle specie all'estrema variazione data soltanto per scelta naturale. Specie sono appunto distintamente determinate (*marked*) nella fauna abissale, come altrove, ciascuna specie variando nel suo proprio àmbito definito come ciascuna specie apparisce di aver variato in ogni tempo, passato e presente. Se tutte le specie viventi sul fondo dell'oceano fossero, o fossero sempre state in uno stato di instabilità per azione delle influenze naturali, e perpetuamente passanti per insensibili gradazioni in altre specie, sembra certo che le impressioni generali avute da una fauna qual'è quella della regione abissale, dovrebbero essere quelle di una indefinitezza e di transizione. Questo non è il caso. Forme di transizione, che uniscono specie così strettamente da produrre un dubbio intorno ai loro limiti, s'incontrano raramente. Ordinariamente non vi è difficoltà nel dire ciò che una cosa sia.

La sostanza di quanto è riferito ora, è che Wyville Thomson ammette la permanenza dei mari come già Wallace, almeno dal mesozoico in poi; che gli oceani abissali fossero sempre

popolati di essere viventi; che questi ricordano forme antiche non al di là però del giurassico, del cretaceo e del terziario; che vi sia stata evoluzione della fauna, ma lenta, non rapida o improvvisa, con limitata influenza della scelta naturale; che le variazioni delle specie sono avvenute nei limiti del proprio e definito àmbito; che le specie hanno caratteri determinati, e rare sono le forme di transizione fra specie e specie. Questi concetti si ricavano, secondo W. Thomson, dalla fauna abissale.

Da queste conclusioni, in verità, nulla o quasi si ricava che possa dar luce sull'origine della vita nel mare; si parla di esseri viventi già noti nel loro tipo e non dei periodi più arcaici della loro apparizione sul globo; del paleozoico non una parola non un barlume che possa dare una suggestione, e se ne sa quanto prima dalle ricerche talassografiche.

Ma ascoltiamo altri interpreti delle scoperte medesime.

Murray scrive: « molti animali del mare profondo, specialmente quelli in acque profonde e lontane dalla terra, presentano caratteri arcaici. *Discina* ed altri Brachiopodi rappresentano indubbiamente un gruppo molto antico. Gli irregolari ricci e spugne silicee ricordano i fossili del cretaceo. Però bisogna ammettere che coloro i quali aspettavano di trovare nel mare profondo residui di faune che fiorirono in periodi geologici molto remoti, hanno avuto un disappunto ». Contraria-

mente al concetto di W. Thomson, Murray è inclinato a pensare che nei tempi paleozoici i bacini oceanici non fossero così profondi come ora sono, che l'oceano allora avesse ovunque una temperatura elevata quasi uniforme, e che la vita fosse allora o assente o rappresentata soltanto da batteri e altre forme basse nelle grandi profondità, come apparisce essere ora il caso nel mar Nero. Come nel mar Nero, così ancora era con ogni probabilità nei tempi paleozoici, cioè insufficienza di ossigeno nelle acque profonde per poter sostenere una fauna nel mare profondo.

Segue a ciò qualche idea del Murray che si riferisce alle origini.

« Le alghe pelagiche, Radiolari, Foraminiferi, sono probabilmente i discendenti, ma poco modificati, di una fauna e flora pelagica universale molto antica. La vita nella sua forma più semplice molto probabilmente prima apparve nel precambriano nei detriti dei materiali importati fino quasi alla linea del *mud* (*mud-line*), quando questa linea era generalmente non così profonda e la superficie di base era più estesa di quella d'oggi. Da queste forme semplici, che sarebbero state trasportate nelle acque sovrastanti, i protofiti e i protozoi pelagici, che popolavano le acque alla superficie, sarebbero molto probabilmente derivati. Radiolari e probabilmente Foraminiferi pelagici sono stati scoperti nelle roccie precambriane (NB. *questa supposta scoperta non esiste e l'abbiamo veduto già*). Dai loro residui

conservati in queste roccie possiamo supporre che i Radiolari fossero allora ancor più abbondanti che nei mari odierni, e i loro scheletri più grandi (*Questa nuova supposizione non regge perchè manca il fatto cui l'Autore allude*; *solo qualche rarissimo Radiolare sembra essere stato scoperto*). Radiolari ed altri organismi che secretano silice sono molto più abbondanti in quella parte dell'oceano dove si ha bassa salinità e dove la superficie frequentemente riceve acque dolci che tengono in sospensione materia argillosa sottile. Così noi abbiamo un sospetto che le acque dell'oceano precambriano fossero probabilmente non così salate come in molte regioni dell'oceano odierno, che esse avessero una temperatura relativamente elevata, e fossero probabilmente e spesso cariche di materia cretacea derivata dalla terra e dalle bassure marine, una condizione che ora in qualche modo si ha nell'oceano Pacifico occidentale.

« La grande abbondanza di vita di Protisti nelle acque libere degli oceani primitivi, di cui abbiamo qualche prova, produsse, con ogni probabilità, per la morte e il disfacimento, una grande abbondanza di nutrimento nel fondo dell'oceano, specialmente al di là della linea del *mud*. L'abbondanza del nutrimento sarebbe stata forse la condizione maggiormente più favorevole all'evoluzione dei metazoi. Alcune specie sarebbero state eventualmente capaci di portarsi in su e di stabilirsi nella parte più bassa del letto

marino liberato dalla melma per mezzo delle maree e delle correnti. Anche in queste età primitive con larve pelagiche, facili a diffondersi molto rapidamente e ad occupare tutti i posti vantaggiosi, sarebbero infine divenuti competitori con successo in queste basse piagge dell'oceano ».

Dopo qualche altra considerazione Murray segue a manifestare il suo pensiero sulle origini. « Non è difficile d'imaginare i Celenterati pelagici come derivati da alcune di quelle forme simili a gonofore medusoidi, che non avrebbero trovato, trasportate nelle acque pelagiche, le condizioni necessarie per lo sviluppo di una generazione fissa.

« Il prof. Moseley usava di considerare gli animali pelagici come il tronco originale da cui altre forme marine sarebbero derivate, ma testimonianze embriologiche e altre ricerche mostrano che vi sono migliori motivi per sostenere che tutti gli animali pelagici con elevata organizzazione siano discesi da progenitori che vivevano nelle acque basse intorno ai continenti, mentre i Protofiti e Protozoi pelagici antichissimi sarebbero derivati ad un'epoca molto più antica da semplicissime forme di vita che d'origine apparvero nella linea del *mud* dei mari precambriani.

« La massa d'individui nella fauna e flora pelagiche probabilmente supera quella di altre faune successive, nondimeno le specie sono poche in

confronto di quelle degli organismi delle spiagge e delle acque basse » (1).

Qui, come vedesi, trovasi un tentativo di entrare nel gran problema delle origini della vita, di cui il teatro principale originario, per dir così, si fa il mare. Ma il Murray, come ho avvertito, ammette quello che finora la paleontologia del precambriano e del cambriano non ha dato. Tutta quella massa di Foraminiferi e di Radiolari è molto posteriore al cambriano, i mari odierni su ciò non dicono nulla, invece per molti metazoi i ricordi non superano il mesozoico, giurassico e cretaceo. Importante, invece, è la discussione su l'origine pelagica e in acque basse della fauna, e secondo le mie idee forse si possono conciliare le opinioni di Moseley e di Murray, considerando che i periodi larvali corrispondono alle lente formazioni degli individui adulti. Le forme embrionali saranno state un prodotto nelle acque basse e su fondo solido, esse in seguito si sarebbero staccate e, divenute pelagiche, avrebbero completato la loro evoluzione fino allo stato definitivo passando per varî gradi larvali.

Alcune deduzioni definite si hanno da quanto risulta nelle osservazioni di Agassiz Alessandro a proposito delle osservazioni del Blake nelle Indie occidentali (2). Scrive:

---

(1) *Summary of Results* dello Challenger, pagg. 1439, 1457-9.

(2) Op. cit., vol. I, pag. 154 e seg.

« All'epoca in cui la maggior parte della superficie della terra era coperta dall'acqua, durante i periodi laurenziano, huroniano e cambriano, i mari contenevano traccie di anellidi, polipi, alcuni echinodermi o brachiopodi, con poche piante marine. Da questi bassi tipi, sia che fossero i primitivi o no, deve essere discesa la presente popolazione dei mari o della terra, animali e piante. Lo studio delle correnti dei primi periodi geologici può, fino a qualche estensione, dare l'indizio delle regioni da cui le faune marine susseguenti sono discese irradiandosi poco a poco sul globo ».

L'autore si limita a queste sole parole per le origini e la diffusione della vita animale; si occupa molto nel rilevare relazioni fra la fauna odierna e la fossile di alcuni periodi geologici.

« Comparando la fauna marina di alcune delle più antiche formazioni con quelle recenti, noi siamo sorpresi dalla similarità dei tipi. Nel siluriano troviamo crinoidi, echini, stelle di mare, crostacei, molluschi e pesci in associazione con tipi come quelli dell'epoca nostra. Alcuni gruppi, però, raggiunsero ai primi tempi una preponderanza tale che nessuno dei tipi dell'epoca presente ha mai raggiunto ». « Le profondità marine sembrano a primo aspetto la più sicura ritirata — i sicuri abissi dove i sopravissuti dei periodi geologici precedenti avrebbero trovato sicurezza. Però le draghe oceaniche non hanno portato alla luce tanti tipi antichi quanto i più entusiasti

esploratori si aspettavano. Però un gran numero di animali viventi in acque profonde è stato dragato, dove essi non sono stati soggetti a mutamenti violenti, a cui nessuna rivoluzione della superficie terrestre può estendersi, e dove soltanto i mutamenti della temperatura sono possibili — cioè quegli animali che ora vivono nelle profondità del mare sotto molte delle condizioni medesime che prevalevano durante gli ultimi giorni del periodo giurassico. La conclusione tratta da questi fatti da Lovèn, Moseley, Perrier e da altri è che la fauna abissale è discesa dal littorale e da altre basse regioni e si è acclimatata a grandi profondità ». « Mentre le draghe in acque profonde hanno aggiunto alle nostre cognizioni un gran numero di tipi antichi che ricordano fortemente le forme terziarie, cretacee, giurassiche, non dimenticheremmo che tali tipi antichi occorrono da per tutto, in numero limitato è vero, nelle regioni più basse del mare e delle acque dolci.

« Animali con caratteri antichi come *Trigonia*, *Limulus*, *Lingula*, sono stati tratti da basse acque, come l'*Amphioxus*, *Cestration*. Nessuna specie dei caratteristici coralli paleozoici è stata dragata, e niente rassomiglia ai Crinoidi notevoli e così abbondanti nei tempi primitivi. Le affinità dei tipi del mare profondo richiamano i tipi mesozoici e cenozoici, come quelli trovati nel cretaceo e nel terziario. Nessun animale con caratteri antichi è stato scoperto ad apportare nuova luce

sulle nostre cognizioni geologiche, benchè, come Moseley dice, nelle nostre esplorazioni sul mare profondo noi otteniamo per la prima volta un barlume della fauna e della flora di quasi tre quarti della superficie della terra.

« Che nessuna delle forme paleozoiche fosse trovata nel mare profondo, sembra indicare, come ha suggerito Moseley, che i suoi primi abitatori datino non prima del periodo cretaceo. Devono ordinariamente esservi stati animali pelagici e Foraminiferi possono esservi vissuti a gran profondità sulla via delle correnti, ma probabilmente; nessun invertebrato del periodo più antico del giurassico e del cretaceo esisteva, e se esistevano non migravano molto lontano dalle coste continentali. La distribuzione era allora, come ora, principalmente questione di nutrimento. Gli animali di quei tempi vivevano sopra le coste, e mentre essi e i loro predecessori rimanevano come fossili negli strati littorali delle primitive formazioni, e i loro successori appartenenti agli stessi generi o ad alleati, passavano nel periodo seguente ».

Agassiz ammette che poche specie odierne ricordano le specie fossili di quei periodi geologici di cui si è più volte fatto menzione, ma afferma che invece molti generi esistono di quella fauna antica e per riferire qualche esempio di animali da lui esaminati si hanno i seguenti dati:

« L'analisi della fauna echinide dei mari dell'India occidentale di oggi mostra che è formata:

1) di 3 generi giurassici; 2) di 10 generi che vanno fino al periodo cretaceo; 3) di 24 generi che datano dal più antico periodo terziario; 4) di soli 4 generi caratteristici del terziario recente; 5) di 7 generi che si possono considerare come rappresentanti di Ananchytidae e Infulasteridae e di Pseudodiadematidae del periodo cretaceo. In questi generi con caratteri antichi vi sono specie che hanno un'estensione cosmopolita ». Simili affermazioni potrebbero farsi dei coralli esistenti.

Io potrei andar oltre e riferire le opinioni e i giudizi di altri biologi che hanno esaminato la fauna oceanica di tutte le profondità e la pelagica e la bentonica, ma nulla potrei ricavare che si riferisca alle prime origini della vita. L'affermazione che nessuna forma paleozoica è stata trovata nel mare profondo è recisa, e quindi la probabilità è che non prima del giurassico e del cretaceo, analogamente al suggerimento di Moseley, il mare profondo sia stato popolato; quindi tutti i depositi che prendono nome di Foraminiferi, Radiolari, Pteropodi e via, sono relativamente recenti riguardo all'epoca paleozoica; devono avere incominciato dal mesozoico e seguire fin oggi. Da ciò si può ricavare una conclusione di carattere negativo, che, cioè, la fauna primitiva, oceanica, paleozoica, non si produsse nelle profondità abissali degli oceani, ma sui declivi continentali marini e nelle acque relativamente basse. Ma anche un'altra conclusione

si ha, che dal giurassico in poi, al di là del quale Agassiz non trova riscontri, le specie sono mutate, non mai i tipi animali: ciò concorda con quanto aveva affermato W. Thomson, che i mutamenti erano avvenuti nell'àmbito stesso della specie. Questo noi sosteniamo, che è ben altra cosa della trasformazione.

VIII.

Sommario: Epilogo e schiarimenti. Prove embriologiche dell'origine dei metazoi discusse. Funzioni fondamentali della vita. Funzioni comuni con forme varie. Fasi larvali e l'acquisto dei caratteri formativi. Abbreviazione nelle forme larvali di animali esistenti. La riproduzione. Caratteri di difesa. Unità funzionale. Problema se la vita ebbe origine una sola volta ovvero si svolse in varî tempi successivi.

In questo epilogo lo scopo è di raccogliere le idee sparse nelle pagine precedenti, come una teoria o meglio come una interpretazione che si desume dai varî fatti segnalati e discussi.

Si è veduto già che la vita animale apparve nel precambriano più antico, in modo raro e sporadico, ma nuove ricerche forse colmeranno le grandi lacune. Gli esseri viventi che apparvero, non sono unicellulari, ma pluricellulari, tali come l'*Atikokania* di Steeprock nel Canada; se si accetta l'*Eozoon canadense*, si avrà un essere con struttura molto complessa, benchè esso si consideri come protozoo; nel precambriano recente si hanno animali con strutture molto complicate. Nel cambriano, invece, si trovano quasi tutti i rappresentanti degli animali marini in-

vertebrati, pluricellulari e ciascuno con molte variazioni così da costituire generi e specie; nel cambriano però rarissimi i protozoi. Da ciò si è indotto, malgrado le varie ipotesi per spiegare il fatto, che la vita ha cominciato con forme composte di molti elementi cellulari e di organi, e ciascuna forma con variazioni, una moltiplicità d'individui varî, cioè poligenesi originaria di ogni tipo animale e con variazioni primordiali, le quali in progresso di sviluppo si sono andate sempre moltiplicando, producendo nuove variazioni e costituendo nuovi generi e nuove specie.

Si è anche ammesso che ciascun tipo animale ha avuto origine indipendente: nessuno è una derivazione da altro tipo differente; le variazioni sono avvenute e rimaste sempre nello stesso àmbito del tipo: quindi il tipo è immutabile, mentre i componenti del tipo sono mutabili e variabili. I crostacei sono rimasti crostacei, i molluschi sono sempre molluschi, i vermi sono e saranno sempre tali, e così di altre forme fondamentali o tipi. Molte specie sono perite, altre sono rimaste immutate traversando gran parte dei periodi geologici fin dalla loro apparizione, altre specie nuove sono nate conservando il tipo da cui derivano. Quindi l'evoluzione non implica il passaggio da un tipo ad un altro, come si ammette dai biologi evoluzionisti; trovasi soltanto il passaggio a nuove specie con l'estinzione di molte primitive e arcaiche, neppure di tutte.

Tutto ciò è reso evidente dalla fauna degli invertebrati marini viventi e di tutte le epoche geologiche, come un fatto inoppugnabile.

Asteroidi apparsi nell'ordoviciano e che hanno subìto varie vicende, oggi sono ancora tali, ma con forme specifiche nuove, mentre molte forme primitive sono estinte (1). I Crinoidi viventi ricordano quelli del terziario, del cretaceo e del giurassico, ma sono Crinoidi come d'origine e non hanno perduto i caratteri fondamentali e speciali loro proprî. Le Oloturie scoperte nel medio cambriano, di cui qualche forma è identica alle viventi, sono ancora coi medesimi caratteri fondamentali d'origine senza mutare di tipo. Oloturie, Asteroidi, Ofiuridi, Crinoidi, Echini, sono compresi nell'unico tipo di echinodermi; si vorrebbero ridurre ad unica forma d'origine, ma non si riesce affatto; si vorrebbe trovare in qualcuna di queste forme il progenitore delle altre, ma i biologi non riescono affatto. Intorno

(1) Di questi Echinodermi notissimi voglio mostrare la persistenza, fin dalla loro origine, del tipo o dei tipi caratteristici. Distinti in Asteroidea, Auluroidea e Ophiuroidea, apparvero nell'ordoviciano nelle due prime forme. La terza apparve nel carbonifero inferiore con poche specie. Le specie tutte paleozoiche scomparvero nel carbonifero superiore meno alcune di Asteroidea (SCHUCHERT, *Revision of paleozoic Stelleroidea*, ecc. Bull. 88, " Smiths Institution ". Washington, 1915). Comparvero posteriormente nuove specie che conservano il tipo animale delle paleozoiche.

agli Echinodermi Alessandro Agassiz scriveva: « Se, come Simon insiste sempre, e con buone ragioni, e tutti gli echinologi sono d'accordo, le differenti classi di Echinodermi si sono sviluppate indipendentemente dai tempi fossiliferi più primitivi, questo fatto presenta le più grandi difficoltà che dobbiamo incontrare ora nel rintracciare la loro storia primitiva. Perchè, com'è mostrato da molti paleontologi, nei più antichi strati fossiliferi già troviamo rappresentanti di ordini differenti molto altamente organizzati che ci portano appena più vicino al tipo primordiale degli Echinodermi di oggi. Con la nostra cognizione parziale dei fossili di quei tempi primitivi, noi incontriamo ancor di più le stesse difficoltà nel volere rintracciare le loro omologie che nel seguire quelle dei loro rappresentanti di oggi » (1).

---

(1) Cfr. *Calamocrinus diomedae. A new stalked Crinoid.* Memoirs of Museum Comp. Zoology, vol. XVII, n. 2. Cambridge Mass., 1892. Questo bell'esemplare fu raccolto dall'Albatros presso le isole Galapagos a 392 braccia. È una forma molto affine ad un grande gruppo di Crinoidi mesozoici e aiuta a conoscere meglio la morfologia di Apiocrinidi giurassici. Il primo genere della famiglia, *Encrinus*, apparve nel trias ed è specialmente caratteristico di questa formazione. Apiocrinidi apparvero nel medio giurassico, oolite inferiore con *Millercrinus* e *Apiocrinus*, il quale giunge fino a Coral-rag, sequaniano inferiore (Agassiz). Ciò mostra la persistenza del tipo della famiglia fin dal mesozoico, come quella del tipo animale dall'epoca della sua comparsa nell'ordoviciano, benchè le specie siano mutate, alcune estinte, altre nuove sorgendo: è la nostra teoria.

Ciò è molto esplicito; però per le difficoltà si fa sempre ricorso alla cognizione parziale e incompleta, cioè sempre lo stesso motivo.

I biologi evoluzionisti hanno posto come domma che i viventi pluricellulari derivano da protisti unicellulari; l'embriologia ha servito a dimostrare questo principio, perchè l'uovo è una cellula che si svolge in molte cellule poi in tessuti varî. Noi invece ammettiamo che i pluricellulari sono così originari come gli unicellulari, e le difficoltà che possono sorgere valgono per tutte e due le origini, e già abbiamo detto che i protisti sono esseri definiti nei loro caratteri e mutabili soltanto come specie nel loro tipo primitivo e fin dalla loro apparizione. Storicamente o meglio cronologicamente ripetiamo che i pluricellulari, come mostra la paleontologia del paleozoico, sono apparsi prima, qualche tipo con rari elementi riferibile a protisti può essere forse contemporaneo con quelli. Se si ammette una sostanza vivente primordiale che abbia dato origine ad animali marini, si può pensare e concepire che questa sostanza possa essersi organizzata prima in una forma cellulare e dopo in molte cellule così da formare un organismo complesso. E tanto nell'un caso che nell'altro tali formazioni organiche devono essersi sviluppate in tempi lunghissimi, millenni o milioni di anni, nei periodi varî geologici del precambriano. Il fatto intanto è costatato, le forme viventi complesse sono primordiali e non dànno alcun indizio a derivazione da forme definite unicellulari come sono i protozoi.

La dimostrazione che si vuol trarre dall'embriologia, che mostra lo sviluppo da una singola cellula, è illusoria, perchè si può ben concepire che la sostanza vivente primordiale si organizzi in forma cellulare e si svolga in seguito con moltiplicarsi in varie cellule, dividendosi e suddividendosi fino al completo sviluppo in un essere vivente di forme complesse. Il fenomeno embriologico nei metazoi ora non sarebbe che la ripetizione dei processi originari, senza bisogno di ammettere il passaggio attraverso di viventi completi unicellulari.

Partendo da queste ipotesi che appariscono come veri fatti, si può esplicare quel che già ho enunciato, che le forme che costituiscono i varî ordini o tipi di animali, molluschi, echini e altri, hanno avuto òrigine indipendente gli uni dagli altri, cioè una vera poligenesi, come ho spesso affermato, e qui nelle forme tipiche non derivate le une dalle altre per discendenza, come si ammette. Questa poligenesi dei tipi viventi è seguìta dalla poligenesi degli elementi costituenti ciascun tipo, che non costa di un solo unico individuo, ma di molti con qualche variazione originaria, che io potrei dire anche nativa. Quindi si può affermare che morfologicamente in natura vi è moltiplicità non unità, non monogenesi, ma poligenesi sempre; fisiologicamente, invece, apparisce esservi un'unità nella vita, perchè le funzioni fondamentali sono identiche per ogni tipo o forma di vivente. Questo sembra

ingannare coloro che vogliono vedere unica forma vivente che si svolge in varie forme direttamente e conservando le traccie della loro origine unitaria.

Difatti tutti i viventi animali hanno tre funzioni fondamentali, che si riferiscono alla conservazione e alla perennità della vita, cioè: nutrizione, riproduzione e funzioni di difesa o filattiche, come già le ho definite molti anni addietro, o di relazioni come comunemente si chiamano, ovvero organi o ausili molteplici e varî che servono anche alle due prime funzioni vitali, come servono alla conservazione in casi particolari nelle condizioni esterne in cui vive l'animale.

Ora dalle più semplici forme viventi alle più complesse la funzione di nutrizione esige che l'alimento sia introdotto nella sostanza vivente e quindi nell'interno di ogni individuo; come ho già detto, la gastrula e la teoria che vi si riferisce, mostrano che qualsiasi vivente deve cominciare con una cavità, che va modificandosi e sviluppandosi variamente secondo la varia e complessa compagine degli animali. Il fenomeno fisiologico unico esige una morfologia speciale ai tipi animali per il suo compimento; perchè gli animali di origine poligenetica debbono avere forme che soddisfino a questa funzione unica per tutti gli esseri; e sono queste forme che si adattano alla funzionalità e non all'inversa. La teoria gastreale, quindi, non prova l'unità d'origine nelle forme animali, come si sostiene

finora, può, al contrario, provare l'unità della funzione.

Abbiamo veduto perchè l'embriologia nelle fasi primitive s'invoca come mezzo dimostrativo per l'origine unicellulare dei metazoi; ma vi sono altre fasi nelle quali si formano i tessuti e appariscono le forme dei viventi prima dello stato adulto. Come è noto, queste fasi sono state considerate come fasi abbreviate della filogenia, le quali riprodurrebbero le varie forme per le quali è passata la serie evolutiva. Qui mi fermo alla fauna marina degl'invertebrati, di cui ho tracciato le origini.

E qui i fenomeni sono molto più complessi della teoria gastreale, abbiamo cioè le fasi larvali che possono considerarsi come la continuazione delle fasi embriologiche. Io già ho definito queste fasi come stadi abbreviati della formazione dei viventi che giungono allo stato adulto, in un significato, però, ben differente da quello ordinariamente ammesso ed affermato. La sostanza vivente amorfa e primordiale si è organizzata in cellule o in forma cellulare composta nel modo più elementare similmente a quel che avviene nelle prime fasi embriologiche dei metazoi e come sopra ho ammesso; in seguito ha continuata a svolgersi in forme più definite e adatte alla continuazione della vita in uno stato libero nelle acque marine. Da questo svolgimento è nata la larva primitiva che viveva libera nuotando o facendosi trasportare dalle correnti. La

larva si è sempre più sviluppata acquistando nuovi caratteri che dovessero servire alle funzioni della vita, ha assunto varie forme in varî stadi sino a che si è fermata in uno completo che dicesi adulto. Questi fenomeni devono essere avvenuti in tempi lunghissimi, per varî periodi geologici; ma a noi, meno casi rari, come abbiamo veduto nei trilobiti, sono rimaste ignote le fasi di tutte le forme adulte animali, prima che queste fossero raggiunte. Oggi queste fasi che hanno avuto lunga vita e devono essere state molto numerose, sono abbreviate, ma non si riferiscono a filogenia, come si crederebbe, ricordano con la riproduzione, sia pure abbreviata, la produzione graduale delle forme, e i processi d'origine.

Questo concetto ci dà il modo di comprendere come si sono acquistati i caratteri numerosi che trovansi nei varî animali e che si sono fissati e divenuti ereditari, perchè non vanno perduti nei discendenti che derivano direttamente da progenitori che hanno acquistato i detti caratteri. In origine, cioè, superando lo stadio puramente embrionale, i viventi acquistano nuove formazioni che li rendono più adatti a vivere e a compiere le funzioni fondamentali della vita: questo è uno svolgimento continuo e una continua formazione di organi di ogni tipo che serva a raggiungere la completa funzionalità, come una aggiunzione continua di elementi-caratteri che completano il vivente d'origine incompleto

e imperfetto. Quindi questa formazione esplica la lunghissima durata di tempo necessaria a questo svolgimento dei tipi animali, che non è un effetto di trasformazione da un tipo ad un altro, ma una formazione ininterrotta in un tempo lunghissimo e che sfugge al nostro apprezzamento, come sfugge il modo di formazione primordiale e l'acquisto dei caratteri, che devono essere considerati come svolgimento dei caratteri rudimentali per necessità fisiologica.

La formazione dei viventi che giungono allo stato adulto attraverso i varî stadi larvali, ci rivela ancora un altro fatto, cioè che è avvenuta come una selezione, una specificazione o separazione, comunque si voglia dire, nella formazione di organi e tessuti di ciò che serve alla riproduzione genetica, per mezzo di organi speciali che diconsi sessuali esterni ed interni, cioè di ovuli e di spermi, cellule specializzate alla funzione riproduttiva, le quali si devono svolgere nella stessa direzione e nelle fasi che già avvennero nella formazione dei primi esseri viventi nei periodi geologici. Tali cellule sessuali non hanno in sè i caratteri, ma la tendenza a svolgersi verso quei caratteri che posseggono i generatori delle cellule germinali. L'uovo-cellula e spermatozoo sono formazioni secondarie, non originarie, avvenute per lentissimi processi nei viventi di stadio adulto; è vero che oggi si trova qualche larva che ha mezzi di riproduzione, ma ciò non è differente dal fatto che ora i discendenti di tutti

i metazoi si svolgono verso la completa formazione di stato adulto e con tutti gli organi relativi, e vi può essere un'anticipazione funzionale in larve prossime alla condizione adulta. Con ciò troviamo e confermiamo che la teoria che vorrebbe far derivare i metazoi da protozoi, non regge, e perchè, come ho detto, i metazoi hanno un'origine indipendente a loro propria, e la formazione delle cellule germinali è di tempo e di carattere secondari, come un'abbreviazione di processi originari.

Le osservazioni sulle larve dei varî tipi animali ci dànno un altro argomento a favore dell'origine indipendente e poligenetica di essi, perchè esse presentano forme differenti non soltanto, p. es., fra crostacei ed echinodermi, ma fra gli stessi crostacei e gli stessi echinodermi di diversa famiglia. Così sembra che i crostacei e gli altri ordini di animali non abbiano avuto origine unica, su un solo ramo o phylum, ma siano sorti da differenti forme originarie, pure avendo molti caratteri comuni. Così e per questo avviene che, malgrado gli sforzi dei biologi, riesce impossibile di scoprire i così detti progenitori di un tipo animale, p. es., come quello degli echinodermi di cui ho parlato sopra, essendo apparsi nel medesimo tempo e indipendenti.

A proposito della natura e del significato delle larve Balfour aveva fatto uno studio particolare; egli le divise, in primo tempo, in quelle che ritengono i caratteri dei progenitori, e in altre

che assumono caratteri secondari. Ora io credo che i caratteri fondamentali delle larve siano a ricercarsi nelle serie successive di sviluppo che ricordano l'origine, e non nelle forme di un progenitore che non si conosce, e che non esisteva prima della formazione definitiva dello stato adulto d'un animale. La ripetizione che ora avviene di stadi larvali è certamente il ricordo della formazione dei progenitori dei tipi animali viventi, ma non mai d'un progenitore che vi fosse d'origine e che non fosse il risultato finale delle varie e successive formazioni. Perchè sarebbe veramente strano supporre progenitori che non avessero avuto i proprî stadi larvali di formazione prima di giungere allo stato adulto, e fossero un prodotto improvviso.

Inoltre è possibile che negli stadi larvali attuali si siano aggiunti caratteri secondari, secondo il concetto di Balfour, com'è avvenuta un'abbreviazione di processi, che oggi sono relativamente rapidi, mentre all'origine devono essere stati lentissimi e numerosissimi per quella formazione così complessa di un metazoo qualsiasi. In queste formazioni larvali successive deve avere agito in modo particolare la funzione e le varie funzioni fondamentali della vita, cui sopra mi son riferito. Così le forme larvali si sono plasmate, adattate alle funzioni per necessità di vivere ed hanno variato per lo stesso motivo. Noi oggi, come per i processi embriologici di qualunque tipo animale, abbiamo un concetto frammentario

e quindi molto imperfetto di quanto si riferisce alla formazione iniziale dei tessuti e degli organi, che devono servire alle funzioni vitali, perchè ci mancano tutte le gradazioni continue che costituiscono la lunga lenta serie formativa dei primi esseri viventi, la quale era anche una reale acquisizione di caratteri che oggi possiamo seguire nelle forme complete e adulte.

Balfour crede di poter distinguere molte forme larvali nei vari tipi di animali marini, inoltre suddivide in sei gruppi la grande classe delle larve secondo alcuni caratteri particolari che vi trova; e suo scopo principale è di trovare un'unità di origine di Echinodermi, Platelminti, Chetopodi, Molluschi e altri ancora. Difatti le sue conclusioni filogenetiche sono così formulate: « Il fatto che tutte le larve dei gruppi al di sopra dei Celenterati possono ridursi a un tipo comune, sembra indicare che tutti i più alti gruppi discendano da un solo tronco ». « Partendo dal fatto dimostrato che le forme larvali di tipi al di sopra dei Celenterati largamente separati hanno certi caratteri in comune, è stato ammesso *provvisoriamente* (l'italico è dell'A.) che i caratteri sono stati ereditati da un progenitore comune; e si è tentato di determinare: 1° i caratteri del prototipo di queste larve; e 2° le relazioni mutue della forma larvale in questione ». E qui l'autore riassume i risultati che crede avere ottenuti (1).

---

(1) Balfour Fr. M., *The Works.* Memorial Edition. London, 1885, vol. III, pag. 360 e seg.

Per le relazioni di filogenia, qui siamo al medesimo punto, come per la formazione della gastrula: la comunanza di caratteri deriva per fatto funzionale fisiologico, non per origine morfologica, al contrario di come ammette l'autore; quindi è un'illusione quel risultato che egli crede sia raggiunto per puri caratteri morfologici, veramente per alcuni soltanto cui noi attribuiamo altro differente significato. Del resto non troviamo di che sorprenderci, nel tempo in cui Balfour, eminente embriologo inglese, lavorava e interpretava i fatti secondo la più pura teoria darwiniana, e ogni elemento comune morfologico era interpretato così a spiegare l'unità originaria degli organismi viventi. Neppure oggi gli evoluzionisti vedono differentemente i fatti, e la critica alla teoria darwiniana si fa riguardo alle cause piuttosto riferentisi all'evoluzione e alle variazioni.

Veniamo ora ai caratteri che servono di ausilio alle due funzioni sopra delineate e che costituiscono quella che i fisiologi considerano come vita di relazione negli animali. La funzione principale ed elementare è la sensori-motrice, che noi anni addietro definimmo come estocinesi; gli strumenti sono i muscoli, gli organi sensori e il sistema nervoso: tutti insieme, secondo il loro sviluppo, compiono le molteplici funzioni di ausilio per la ricerca e la presa degli alimenti, come per rendere possibile la funzione di riproduzione e di difesa. Chiamammo anche funzione

estofilattica quella degli organi sensori, e come vera funzione biologica (1). Le osservazioni sui fossili di animali paleozoici, quali i cambriani e i pochi precambriani di ogni ordine, mostrano all'evidenza come gli organi che servono alle funzioni indicate di nutrizione, di riproduzione e di estocinesi sono apparsi contemporaneamente, e tali quali oggi si osservano negli animali di tipo corrispondente. Certamente le dette funzioni con gli organi corrispondenti sono contemporanee nelle forme adulte, ma molto probabilmente la comparsa loro nella serie degli stadi larvali sarà avvenuta in tempi successivi come per evoluzione e acquisto continuo dei caratteri. Nondimeno si possono trovare differenze di sviluppo in un tipo animale, e ciò naturalmente deriva dal fatto stesso dell'evoluzione delle forme in nuove specie con organi più sviluppati. Ciò però è anche dubbio, perchè si può costatare che nelle forme più arcaiche si trovano caratteri che non differiscono, tanto negli arti, nelle appendici, negli organi di senso, quanto nelle funzioni che si debbono attribuire a queste forme, dai caratteri di specie odierne esistenti e simili a quelle antichissime. I Trilobiti mostrano di essere stati provveduti di organi bene sviluppati; e Walcott ha potuto dimostrare che le specie più primitive di questo

(1) Cfr. nostre opere: *L'origine dei fenomeni psichici e loro significato biologico*. Torino, Bocca, 1904, 2ª ediz.; *La psiche nei fenomeni della vita*. Torino, Bocca, 1901.

tipo caratteristico ora estinto non erano cieche, come si era affermato da altri. Così ora noi sappiamo che gli organi locomotori e di presa negli invertebrati marini del cambriano, insieme con quelli di senso, secondo le specie, erano così sviluppate come quelli di specie corrispondenti dell'epoca presente.

Esistono, come ho detto, differenze nelle forme di questi organi, siano motori o sensori, e nel sistema nervoso centrale e periferico; ma tali differenze sono correlative alla forma tipica degli animali e al loro grado di elevazione nella scala animale. Le forme poi sono correlative alle funzioni, le variazioni sono correlative all'origine differente di tali esseri viventi; tutto indica l'unità funzionale nella molteplicità morfologica.

Tutte le tre complesse funzioni, siano pure allo stato rudimentale o nelle condizioni più sviluppate insieme con gli organi corrispondenti, hanno essenzialmente il carattere biologico, cioè di funzioni vitali. Nessuna delle funzioni è superflua ai fini della vita, come potrebbe forse supporsi per alcuna di esse, cioè quella di estocinesi; anzi dirò che dai primordi della vita animale bisogna comprendere il significato che tutte le funzioni esaminate hanno. Noi in altra parte abbiamo trattato esaurientemente questi problemi che sono stati dai filosofi alterati (1).

Se mettiamo questa nostra teoria in relazione

---

(1) Opere citate.

con le teorie moderne che si contendono il campo contro il puro darwinismo, ma in qualche parte coincidono, cioè la mendeliana e la devriesiana, noi possiamo affermare quanto segue.

Della teoria di Mendel una parte noi abbiamo accettata come dimostrata per esperimenti, cioè la persistenza dei caratteri negli organismi, anche quando questi caratteri rimangono latenti. Ora noi abbiamo ammesso come i caratteri si formano nell'origine della vita, cioè per evoluzione della sostanza vivente dallo stato amorfo fino alla completa formazione nello stato adulto individuale passando per numerosi stadî embriologici e larvali. Tutti questi processi fissano i caratteri che ora noi possiamo esaminare e analizzare, e che rimangono persistenti così da essere trasmessi per eredità. Ciò non esclude l'acquisto di caratteri nuovi o modificazione dei caratteri esistenti, da che nascono nuove specie e variazioni in generale.

Ma con questo concetto non giungiamo alle conseguenze di Bateson che nella forma unicellulare, ammesso che vi fossero come forme progenitori di metazoi, sono compresi i caratteri che si svolgono negli esseri complessi che da quelle forme unicellulari nascerebbero; come non accettiamo che dall'uovo di un animale si svolgano forme e caratteri che nell'uovo sono compresi. Già l'abbiamo detto sopra, nella selezione di cellule germinali, che è avvenuta nei metazoi come semplificazione e abbreviazione ri-

produttiva, vi sono le disposizioni e le tendenze a svolgersi nelle forme reali di animali cui le cellule si riferiscono, ma le cellule germinali non debbono considerarsi viventi in miniatura(1).

In quanto alla teoria di De Vries sull'origine delle specie, come altrove abbiamo detto, continuiamo a sostenere che essa non è una teoria dell'evoluzione nel significato di Darwin, perchè le specie che derivano, secondo lui, dall'*Oenothera*, rimangono nello stesso àmbito e non sortono da questo per produrre nuovi tipi superiori; in altre parole, la teoria dimostra una produzione di nuove specie dello stesso tipo. Ora, da quanto risulta dalle nostre ricerche sull'origine della vita, i tipi sono rimasti quali furono creati d'origine, le specie sono moltiplicate, nuove specie sono nate; specie antiche sono estinte, non tutte, ma moltissime durante i periodi geologici. Si potrebbe affermare, dando il giusto valore alla teoria, che i risultati delle nostre ricerche e la teoria che sosteniamo, confermano molti fatti della teoria di De Vries, non la sua teoria, com'egli la presenta e la sostiene (2).

A completare questa delineazione dell'origine della fauna primitiva rimane a risolvere un quesito, cioè se l'origine delle forme della vita si possa

(1) Vedi mio scritto: *Genetica ed Evoluzione*, " Rivista di Biologia „, vol. I. Roma, 1919.

(2) Cfr. *Problemi di scienza contemporanea* cit., in cui sono compresi i lavori sul Mendelismo e sulla teoria di De Vries. Vedasi ancora: *Genetica ed Evoluzione* cit.

riferire al precambriano o al cambriano, quando si ebbero le prime apparizioni animali, e se invece nelle epoche posteriori nacquero nuove forme indipendenti dalle prime più antiche. In altre parole si domanda: se la vita ebbe origine una volta soltanto nei più remoti periodi geologici, ovvero continuò a svolgersi nei periodi susseguenti, creando nuove forme con gli stessi processi ammessi per la prima volta.

Una risposta soddisfacente per questo quesito non potrebbe darsi se non dopo un'analisi sui varî viventi che si succedettero nelle epoche geologiche, senza lasciarsi influire dalle teorie correnti, per le quali tutte le forme viventi che si conoscono, discenderebbero da un solo. Bisognerebbe esaminare i tipi animali già riuniti in classi e ordini per alcuni caratteri comuni fra loro, per altri caratteri però divergenti, vedere cioè se veramente per quei caratteri comuni quei tipi possono essere compresi in unica categoria e in molte categorie comprensive, come si suol fare per varî motivi, e perchè si crede e si stabilisce che essi discendano da unico progenitore comune, o perchè alcuno di essi possa considerarsi come il progenitore da cui gli altri discendono. Già abbiamo riferito un esempio, che riguarda gli echinodermi, e abbiamo trovato come spesso si illudono i biologi.

Tale lavoro arduo e lungo io non posso intraprendere per molti motivi, per il lungo tempo che richiede e io sono molto avanti con gli

anni; per molte cognizioni particolari che mi mancano e non ho il tempo di acquistarle; quindi tenterò di occuparmi come posso. Non pertanto io credo che la vita animale non si manifestasse in un solo tempo e per una sola volta: ciò sarebbe strano se non assurdo, perchè bisognerebbe supporre condizioni eccezionali nei mari, nella temperatura marina come nella composizione delle acque, che avrebbero dato occasione al fatto meraviglioso della vita sul globo. Ora non sembra che tali condizioni così apparentemente favorevoli all'origine della vita vi siano state, da quanto si conosce e si tenta di conoscere sulle condizioni geologiche arcaiche e precambriane. Da altro canto è pur vero che nel cambriano apparvero i tipi d'invertebrati ancora esistenti, ma pure nuove forme sono sorte nelle epoche successive e specialmente forme molto complesse cioè gli animali vertebrati; e i pesci sembrano esser apparsi nell'ordoviciano (1), e altri vertebrati dopo. È possibile, dunque, che non per una sola volta, ma per epoche successive siano state prodotte nuove forme di fauna. Su questo torneremo.

---

(1) WALCOTT, *Preliminary Notes on the Discovery of a vertebrate Fauna in Silurian (Ordovician) Strata*, "Bull. Geological Society of America", vol. III, 1892, pagg. 153-72.

IX.

Sommario: Polifiletismo di Neumayr, Waagen, Hyatt, Depéret. Variazioni e caratteri acquisiti. Brachiopodi nella classificazione di Walcott. Osborn e sue teorie evolutive sull'origine dei caratteri nei vertebrati, specialmente nei Titanoteri.

Dirò ora di alcune opinioni recenti e passate di paleontologi che hanno investigato sull'evoluzione delle forme e sull'origine delle specie, principalmente dirò dei rami polifiletici degli autori e di cui ho segnalato in altre occasioni il significato.

Gli autori recentissimi e viventi che hanno applicato il concetto polifiletico all'evoluzione, sono Osborn e Depéret, un paleontologo americano e un francese; ma altri prima di loro avevano messo innanzi l'idea e particolarmente riguardo agli invertebrati; e ricordo qui Neumayr, Waagen, Hyatt ed altri ancora che han fatto studi particolari. Neumayr trovava che i tipi sono disposti a serie e hanno uno sviluppo indipendente l'uno dall'altro; ogni serie è composta di forme fra loro unite per forme inter-

medie, e tutte mostrano un'evoluzione dalla prima all'ultima della catena. In altri termini, l'evoluzione delle forme non avviene sopra unica linea, ma su molte linee. Ciò Neumayr ha costatato negli invertebrati marini dal paleozoico in poi, trovando lo sviluppo delle forme in epoche geologiche successive. Non negò che simile parallelismo si trovasse nei vertebrati rispetto alla evoluzione, e ne citò varî casi. Importante è a rilevare come egli, ammettendo che i vertebrati placentari derivassero dai marsupiali, si sforza di dimostrare che i varî tipi di mammiferi placentari possano essere derivati dalle differenti forme degli aplacentari, come evoluzione parallela e indipendente (1).

Il Waagen aveva trattato un simile argomento ed aveva ammesso un'evoluzione, ed aveva denominato varietà le variazioni che si producono in un periodo, mutazioni quelle che avvengono nella successione dei periodi. Tali variazioni fanno serie simili a quelle di Neumayr, il quale applica il nome di Waagen, cioè di mutazioni (2).

Ma nè l'uno nè l'altro hanno mostrato di comprendere l'origine primordiale delle serie o stirpi, com'io le ho denominate; si limita Neumayr a ricercare l'origine delle specie e pone in primo

---

(1) *Die Stämme des Thierreiches*. Wien u. Prag, 1889, Introduzione.

(2) *Formenreihe des Ammonites subradiatus*, cit. da Neumayr.

posto l'abitato, come quello che influisce a far variare le forme animali, variazioni che sono continue e che costituiscono la serie delle forme; ma con questo non si dà spiegazione dell'origine dei molti rami o phyla che hanno un'evoluzione indipendente. Come quei marsupiali sono varî e costituiscono rami paralleli da svolgersi in mammiferi placentari e indipendentemente gli uni dagli altri? Come sono prodotte molte forme di anfibi stegocefali nel carbonifero, permiano e triassico; donde derivano differenti phyla di rettili, che egli trova e che si sviluppano parallelamente? — In questo vi è una grande lacuna, che vedremo non è colmata dai paleontologi che si succedono. Uno soltanto, a mia conoscenza, ha tentato di dare qualche spiegazione, Hyatt, come diremo, ma neppure vi riesce.

Hyatt, uno specialista di studi sui molluschi fossili e in specie dei Cefalopodi, fra altri lavori dovuti a pazienti ricerche e ad osservazioni, tratta dell'evoluzione e dei caratteri acquisiti dei Cefalopodi ed emette una teoria polifiletica. Dopo un esame dei due ordini dei Tetrabranchiati, Nautiloidi e Ammonoidi, ammette che un'induzione naturale dai fatti sarebbe che nei tempi geologici vi fosse stata una successione di forme, cioè a dire, una forma dritta, orthoceras, e nei tempi più remoti, l'arcuata, o cyrtoceras, in seguito, la gyroceras, cioè in epoca più recente, come quella dei Nautili. Questa sarebbe una concezione chiara e legittima; se non che Bar-

rande obbiettava che questa concezione non può sostenersi perchè tali relazioni seriali di forme secondo i periodi geologici non vi sarebbero; tutte le serie di forme dalla dritta alla nautilia erano presenti nel periodo più primitivo e si trovano l'una accanto all'altra nel paleozoico.

Ma Hyatt afferma che statisticamente quel concetto logico sopra espresso coincide con la successione osservata. I coni dritti predominano nel siluriano e periodi anteriori, mentre quelli ripiegati sono meno numerosi, e quelli involuti sono rari. Le conchiglie a forma di Nautilo aumentano in numero nel carbonifero; nel giurassico tutte le forme spariscono eccetto le involute. Hyatt, in sostanza, ammette che le forme involute più o meno completamente derivano dalle dritte. La difficoltà consiste nello spiegare la contemporaneità delle forme, malgrado la minore quantità delle involute.

Hyatt ha un sistema suo che vorrebbe spiegare questo e altri fatti che si riferiscono all'evoluzione delle forme; e vuole stabilire una legge per la quale si mostri che entrano in concorso fattori esterni e interni degli organismi e ne determinano l'evoluzione; e su ciò riferisce esempi, e crede di potere scoprire un fatto che serve alla sua teoria, una evoluzione rapida di organismi che vanno in luoghi relativamente deserti, inoccupati, dove gli sforzi per l'adattamento sarebbero maggiori, causa di accelerazione nell'evoluzione.

Ammesso ciò, egli fa la seguente costruzione ideale: « I Nautiloidi non furono come una semplice catena, unica cioè, ma molte stirpi distinte o grandi serie derivate da un tronco comune fondamentale, da lui chiamato *radicale*; ciascuna di queste grandi serie è divisibile in molte linee parallele di forme unite geneticamente. Nel siluriano inferiore alcune di esse non hanno forme del tutto ripiegate; alcune le hanno; ma tutte, eccetto le serie più primitive che sono composte di forme dritte e arcuate, hanno alcune specie involute. Queste si possono rintracciare direttamente con grandissima esattezza, e per il loro sviluppo e per le loro gradazioni delle forme adulte, in specie corrispondenti fra le conchiglie dritte ».

Inoltre: « i generi di Ammonoidi sviluppatisi nel siluriano e nel devoniano sono per struttura molto più distinti l'uno l'altro che qualunque gruppo dello stesso valore nelle formazioni successive; e così, in caratteri differenziali ma eguali in tutto, ci mostrano che essi hanno avuto un'evoluzione più rapida in questi periodi e non nelle formazioni susseguenti ».

« I radicali dei Nautiloidi, Diphragmoceras, Endoceras, Orthoceras, Cyrtoceras, si evolvono attraverso il tempo come un tronco organico che emette un numero indefinito di piccoli rami nell'epoca paleozoica, ciascun ramo completo in sè e composto di specie successive che diventano arcuate, ripiegate più o meno, e final-

mente involute. Nel triassico il tronco perisce, ma un piccolo numero di rami composto interamente di forme ripiegate strettamente continua l'esistenza dell'ordine ».

« Gli Ammonoidi hanno simili radicali dritti, ma questi sono pochi di numero, muoiono nel devoniano, lasciando in questo periodo un numero di rami di forme ripiegate ed involute, i Geniatitinae ».

Secondo Hyatt i fenomeni di evoluzione nel paleozoico furono distinti da quelli dei periodi posteriori, perchè avvenuti con maggior rapidità; nei tempi posteriori una evoluzione accelerata si ebbe, secondo lui, in campi inoccupati, come Steinheim, esempio da lui stesso riferito. Quindi i Nautiloidi del mesozoico sono tutti di forme nautili e le loro serie genetiche non presentano i mutamenti rapidi osservati nel paleozoico; così gli Ammonoidi. « La naturale istantanea apparizione degli Ammonoidi, egli aggiunge, e le strutture pienamente sviluppate di questi primitivi Ammonoidi illustrano mirabilmente il carattere, a forma di ventaglio, dell'evoluzione delle forme dai centri di distribuzione, e la rapidità con la quale essi devono essersi diffusi e avere riempito gli abitati inoccupati ».

Dopo alcune altre osservazioni Hyatt scrive ancora su questo stesso concetto:

« Io ho osservato gli stessi fenomeni ripetuti in ciascun periodo e nel modo di apparizione dei generi e delle famiglie in minori divisioni

del tempo geologico. Gruppi originati istantaneamente e diffusi con grande rapidità e spesso, come negli Arietidae del lias inferiore, sono rintracciabili fino all'origine in una specie ben definita che occorre in prossimità a tutto l'intero gruppo nello strato infimo della stessa formazione. Questi fatti e la subitanea apparizione costatata della maggior parte di tutti i tipi distinti d'invertebrati e di vertebrati nel paleozoico parla fortemente per la evoluzione rapida di forme in questo periodo e indica una legge generale di evoluzione » (1).

Mi fermo qui, ma bisogna tornare alle idee di Hyatt, svolte nel medesimo scritto. In sostanza Hyatt ammette l'esistenza di serie parallele nei Nautiloidi e negli Ammonoidi, ma che queste serie derivano da unico tronco comune fondamentale che egli denomina *radicale*; le serie sono suddivise in linee parallele; queste divisioni e suddivisioni sono disposte a ventaglio. Inoltre i gruppi, che sono poi le serie, hanno origine in modo istantaneo (*sudden*) e si diffondono rapidamente. Queste due affermazioni sono caratteristiche ed importanti per varî motivi, solo che non si sa la causa, e l'autore non la ricerca, perchè e come le serie derivano da un tronco comune conico, se non fosse per quella evolu-

(1) *Phylogeny of an Acquired Characteristic,* " Proc. Amer. Philos. Society ", vol. XXXII, 1893. Philadelphia.

zione che egli ammette dalle forme dritte alle arcuate e alle involute. Ma qui una difficoltà, anzi un'obbiezione, cui egli crede di rispondere esponendo il suo concetto. Barrande aveva affermato, per osservazioni numerose fatte da lui, che le forme dritte, arcuate ed involute dei Nautiloidi si trovano in tutti i periodi paleozoici; Hyatt non nega il fatto ma lo attenua osservando che le forme arcuate e involute sono minori in numero, nei primi periodi, di quelli dritti, ma poi in seguito vanno aumentando finchè predominano le forme di Nautili. Aggiunge in seguito che i radicali (in numero plurale) dei Nautiloidi si svolgono attraverso il tempo come un tronco organico che emette un numero indefinito di piccoli rami nell'epoca paleozoica, ciascun ramo completo in sè e composto di specie successive che sono trovate. Vorrebbe dire che nel paleozoico i rami si svolgono per evoluzione indipendente, e alcuni periscono altri sopravvivono e sono i ripiegati ovvero quelli che hanno avuto l'evoluzione.

A spiegare questo avvenimento, secondo il suo concetto, vi sarebbe un'evoluzione accelerata di rami che occupano aree inoccupate, perchè in siffatte aree, egli crede, l'evoluzione si produce più celeramente per la maggiore attività dei viventi ad adattarsi per vivere e per prosperare. Sostiene questa idea con un esempio speciale da lui stesso messo in evidenza.

Secondo il mio concetto, Hyatt ha giusta-

mente veduto l'esistenza di rami e phila separati e distinti che si evolvono per proprio conto indipendentemente, ma non dice come questi rami hanno origine; ammette che derivano da unico tronco, e il problema anche per questa supposta derivazione rimane insoluto, specialmente perchè egli stesso afferma la subitanea apparizione della maggior parte di tutti i tipi distinti d'invertebrati e di vertebrati nel paleozoico, affermazione che egli pone come fatto riconosciuto. Più sopra di tale affermazione aveva scritto: « Groups originate suddenly and spread out with great rapidity and often, as in the Arietidae of the lower Lias, are traceable to an origin in one well defined species which occurs in close proximity to the whole group in the lowest bed of the same formation » (1). Questa affermazione mostra che Hyatt rinuncia alla ricerca di sapere come tali gruppi hanno origine.

Da Hyatt, quindi, un pensiero che si riferisce al riconoscimento d'un fatto, possiamo accogliere ed è che vi sono rami, phyla, serie, stirpi, secondo la mia espressione, paralleli, i quali si svolgono indipendentemente gli uni dagli altri, e che possono suddividersi in nuovi rami, e ancora che l'evoluzione e la durata in esistenza dei rami primari e secondari sono varie e variabili nel tempo. Noi già abbiamo ammesso

(1) Op. cit., pag. 371.

che questa polifilia è necessariamente originaria in una poligenia, vale a dire non è un tronco senza rami in origine, ma un tronco, se può dirsi così, ramificato; l'espressione più esatta sarebbe quella di *nido* con molti elementi, che rappresentano la *progenie* del tipo animale. La teoria di Haytt non si può separare da quella su l'eredità e sul parallelismo della evoluzione ontogenetica con l'evoluzione filogenetica; ma per non interrompere l'esposizione delle teorie polifiletiche rinvio in seguito ciò che si riferisce all'eredità e al parallelismo.

Uno dei sostenitori della polifiletica nei vertebrati è il prof. Osborn, il quale in una serie di memorie ha mostrato il fenomeno in modo speciale nei Perissodattili, e nei tipi di Titanoteri e di Equidi. Questi studi di Osborn, nei quali egli si vale della paleontologia per mettere in evidenza l'esistenza polifiletica di alcuni tipi animali, sono di grande importanza, e già io ne ho trattato qualche anno addietro in modo particolare. Io posso rinviare il lettore alla mia operetta (1); e qui soltanto voglio avvertire che Osborn, come Hyatt e altri, non s'interessa di ricercare in qual modo e per quali processi avviene la divisione dei tipi animali in phyla distinti; ammette, come altri fanno, l'origine

---

(1) *L'evoluzione organica e le origini umane. Induzioni paleontologiche.* Torino, Bocca, 1914.

polifiletica da unico tronco che si svolge in varî rami separati. Anche dell'eredità e dell'origine dei caratteri Osborn si è occupato ripetutamente, mostrando quanto possa valere la paleontologia a risolvere tali problemi. Ma di ciò in seguito.

Noi abbiamo anche veduto come un chiaro paleontologo francese, Depéret, abbia egualmente accettato la teoria polifiletica, la quale ha fatto così larga via fra i paleontologi americani; e abbiamo anche discussa la teoria insieme con quelle conclusioni emesse da Osborn e da altri. Poichè Depéret più degli altri oggi v'insiste, e ne fa applicazione utile, credo opportuno riferire i suoi postulati.

Nel 1905 egli aveva enunciato alcune proposizioni che esprimono fatti generali secondo principî filogenetici; egli si riferisce qui esclusivamente ai mammiferi, di cui in modo speciale si occupa. Scrive (l'italico è dell'Autore):

« 1. Ciascuna famiglia, e quasi ciascun genere di mammiferi fossili, forma non unica serie, ma un fascio multiplo di *rami filetici*, che ha fatto evoluzione parallelamente durante una lunga estensione dei tempi geologici.

« 2. La costituzione esatta e *reale* di questi rami dev'esser fatta passo a passo e senza lacune, di stadio in stadio, utilizzando non un organo isolato, ma l'insieme dell'organizzazione dentaria e scheletrica (avverto che trattasi di paleontologia).

« 3. Questa ricostituzione è molto facilitata da *una delle leggi più generali* in paleontologia,

la legge dell'aumento progressivo in grandezza delle specie d'uno stesso ramo, che va dalle *forme piccole e antiche* verso le recenti che diventano spesso *giganti*.

« Io completerei (aggiunge) questa legge aggiungendo che a canto di questi rami ad accrescimento e ad evoluzione rapida trovansi spesso negli stessi generi uno o più altri rami formati di specie più piccole e ad accrescimento di statura molto meno rapido (*evoluzione rallentata*).

« 4. Le forme giganti che pongono fine a ciascun ramo, sono condannate ad un arresto di evoluzione e si estingono senza lasciar discendenza.

« 5. La maggior parte dei rami filetici termina così bruscamente alla loro parte superiore per l'*estinzione totale* del ramo. Un piccolissimo numero soltanto ha avuto la forza necessaria per giungere alle specie viventi.

« 6. Alla parte inferiore i rami filetici gettano radici più o meno profonde negli strati geologici, ma *s'arrestano quasi sempre ancora in un modo brusco*, o piuttosto sembrano arrestarsi, perchè l'osservatore si trova in presenza d'un hiatus, dovuto a una emigrazione lontana dal gruppo speciale. L'evoluzione dei rami si presenta così come una *linea retta*, di cui i differenti frammenti sono presi ad imprestito a *centri geografici* qualche voltà molto lontani e spesso ancora sconosciuti.

« 7. La divergenza dei rami fra loro non

può essere osservata che *molto eccezionalmente.* Deve aver avuto luogo in epoche geologiche lontane, per le quali i documenti d'osservazione sono incompletissimi o assolutamente assenti » (1).

Questi principî Depéret applica in un piccolo ma importante volume (2) e nel volume in cui sono esaminati i Mammiferi fossili del Ludiano inferiore d'Euzet-les-Bains (Gard). Qui, in questa opera speciale, si trovano analisi sui fossili e deduzioni filogenetiche dei varî gruppi animali; nell'altra si vogliono stabilire quei medesimi principî che si illustrano con varî esempi tratti sempre dalla paleontologia.

Io mi sono occupato in altro lavoro mio e non da molto tempo della paleogeografia, dei supposti centri di creazione dei Mammiferi che nell'eocene appariscono bruscamente belli e completi e in generi e specie determinati; e la mia critica ha mostrato che le ipotesi non hanno possibilità di essere dimostrate. Ho esposto le vedute di Osborn, di Matthew e di Depéret per spiegare alcuni fatti e l'apparizione di forme animali, per rivelare che su ciò noi siamo in

---

(1) *Monographie de la Faune de Mammifères fossiles du Ludien inférieur d'Euzet-les-Bains (Gard),* " Annales de l'Université de Lyon ,, N. Ser., I. Science, Médecine, fasc. 40, Préface. Lyon-Paris, 1917. — Vedasi: *L'évolution des Mammifères tertiaires, méthodes et principes.* " Comptes-rendus Académie des Sciences ,,. Paris, 1905.

(2) *Les transformations du monde animal.* Paris, 1908.

piena ignoranza, e ora inclino a chiamare argomento d'ignoranza quello di Depéret, che ricorre spessissimo all'emigrazione per spiegare l'origine ignota di questa o di quella forma; delle quali sa spiegare bene e da par suo l'evoluzione per rami e nel tempo nelle varie formazioni, come vedesi nel volume testè ricordato sui mammiferi fossili, ma, nell'impossibilità di scoprire l'origine, considera come emigrato il tipo che si svolge in rami. In altre parole, troviamo precisione nella successione evolutiva delle forme e dei rami, ma non troviamo l'origine loro; il principio da lui stabilito nel n. 6 citato non soddisfa minimamente, perchè non trova applicazione plausibile se non raramente. Appunto i rami filetici quando cominciano ad apparire in modo brusco, lasciano nell'assoluta oscurità di loro origine, e non si sa come possano derivare questi rami multipli che diconsi filetici (1).

Da quanto si è detto, appare evidente un fatto che i paleontologi si sono accorti che esistono linee parallele che si riferiscono ad un tipo animale, e queste linee mostrano ciascuna un'evoluzione propria e indipendente l'una dall'altra; questa evoluzione avviene nei varî periodi geologici, ed è per alcuni rami accelerata, per altri

(1) Vedi su ciò miei lavori: *Le origini umane. Ricerche paleontologiche.* Torino, Bocca, 1913, dove i problemi sono trattati largamente, e *Evoluzione organica* cit.

lenta più o meno relativamente; ciascun ramo ha una vita di lunghezza varia, chè alcuni si estinguono presto, altri più tardi, altri continuano a vivere fino al presente periodo. Sembra, a mio credere, che Depéret abbia potuto stabilire bene questi fatti che ora si possono considerare generali formulati in principî, come abbiamo veduto sopra.

Resta insoluto il problema dell'origine di varî rami, tanto per quanto riguarda la loro molteplicità, quanto per ciò che si riferisce al luogo e al tempo di origine. Depéret con altri trova l'origine rispetto al luogo nell'emigrazione, rispetto al tempo nel supporre che i generi e le specie che appariscono bruscamente, devono avere origine in tempo anteriore sconosciuto. In quanto alla origine polifiletica proprio nulla si dice, come se il problema non esista.

Reco un esempio tipico preso dal Depéret sui Proboscidei, che egli divide in tre categorie, cioè Dinoteri, Mastodonti, Elefanti, separati in rami come segue (1):

---

(1) DEPÉRET, *Les transformations du monde animal* cit., pag. 185.

	DINOTHERIUM	MASTODONTES		ELEPHANTES		
		Molari con capezzoli conici	*Molari con creste trasverse*	*Molari con lamine parallele*		*Molari con lamine a losanga*
Epoca presente	"	"	"	"	E. indicus	E. africanus
" quaternaria	"	"	M. americanus	E. primigenius E. trogonterii	E. antiquus	E. priscus
" pliocene superiore	"	M. arvernensis	M. Borsoni	E. meridionalis		
" pliocene inferiore	"	M. arvernensis	M. Borsoni	E. planifrons		
" miocene superiore	D. gigantissimum D. giganteum	M. longirostris	M. turriensis			
" miocene medio	D. laevius	M. angustidens	"			
" miocene inferiore	D. cuvieri	M. angustidens mut. pygmaeus	"			
" oligocene		Palaeomastodon Beadnelli				

Cioè, un phylum di *Dinotherium*; un phylum di *Mastodontes* suddiviso in due phyla; un phylum principale di *Elephantes* suddiviso secondo i molari in due, e uno di questi suddiviso ancora in due phyla. Secondo lo stesso Depéret ciascun phylum si evolve indipendentemente dall'altro; così si spiegherebbe anche la suddivisione in nuovi phyla in alcuni. Manca l'origine primitiva di tutti i phyla, che dovrebbe per Depéret essere unica; ma la posizione di ciascun phylum è disperante, perchè sembra, e forse è, che ciascun phylum principale abbia origine indipendente, cioè poligenetica: così il polifiletico suppone naturalmente il poligenetico, come ho sempre affermato.

Invece io ho diversamente classificato queste varie forme di Proboscidei e ne ho mostrato l'origine, in modo speciale di *Palaeomastodon*; e poichè ciascuna delle forme è molteplice, ho denominato stirpe quel che altri direbbe ramo o phylum, ammettendo però che una stirpe possa essere divisa in phyla. Non voglio qui ripetere quanto ho scritto in due lavori su questo e quanto mi studiai a dimostrare, specialmente per i *Palaeomastodontes* e i *Moeritherium* egiziani, benchè io sia tentato a riportare le mie discussioni; riporto, invece, soltanto le serie delle stirpi di tutti i Proboscidei e le possibili relazioni fra *Moeritherium* e *Palaeomastodon* (1).

---

(1) Vedasi *Evoluzione organica* cit., e Memoria: *Intorno all'origine polifiletica delle forme animali,* " Monitore zoologico italiano ", XXVI, n. 3, Firenze, 1915; *Problemi di scienza contemporanea* cit.

Le stirpi dei Proboscidei.

<table>
<tr><th>Periodi geologici</th><th colspan="2">Nome della stirpe</th><th>Distribuzione geografica</th></tr>
<tr><td>Eocene superiore oligocene</td><td colspan="2">Moeritherium</td><td>Africa: Egitto</td></tr>
<tr><td>Oligocene</td><td colspan="2">Palaeomastodon</td><td>Africa: Egitto</td></tr>
<tr><td>Miocene-pliocene plistocene</td><td rowspan="2">Mastodon</td><td>Tetrabelodon</td><td>Europa, Asia, Sudamer.</td></tr>
<tr><td>Pliocene-plistocene</td><td>Dibelodon</td><td>Europa, Asia, Nordam.</td></tr>
<tr><td>Pliocene-plistocene</td><td rowspan="2">Elephas</td><td>Stegodon</td><td>Europa, Asia</td></tr>
<tr><td>Pliocene-plistocene Recente</td><td>Elephas</td><td>Europa, Asia Africa</td></tr>
<tr><td>Miocene-pliocene</td><td colspan="2">Dinotherium</td><td>Europa, Asia</td></tr>
</table>

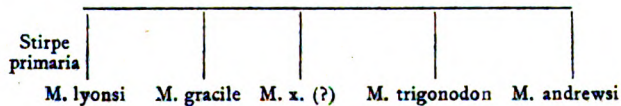
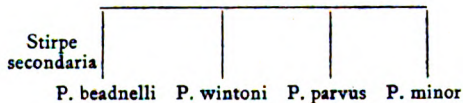
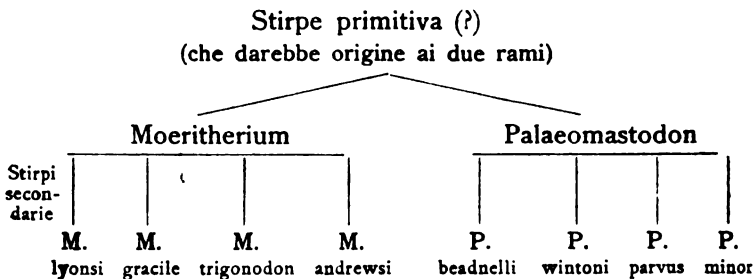
Moeritherium

Stirpe primaria

M. lyonsi — M. gracile — M. x. (?) — M. trigonodon — M. andrewsi

Palaeomastodon

Stirpe secondaria

P. beadnelli — P. wintoni — P. parvus — P. minor

Le due ultime tabelline indicano due ipotesi: o il *Palaeomastodon* è derivato da una forma di *Moeritherium*, ma non da quelle conosciute e specificate, ovvero l'uno e l'altro derivano da una stirpe primaria ignota, e allora sarebbero due rami di essa, due phyla, che costituiscono una stirpe ciascuna con molti elementi, che sono primordiali e simultanei: ogni stirpe è composta di elementi simultanei, non derivati, cioè, l'uno dall'altro; ho detto anche *nido* o *nidiata* la stirpe.

Io potrei mostrare lo stesso fenomeno dei Proboscidei in altri gruppi animali, come già ho fatto altrove; ma ritorno a Depéret, il quale nella sua Monografia or ora ricordata applica il metodo e i principî stabiliti e già da me riferiti, cioè come le forme animali si dividono in phyla e si sviluppano nel tempo e durano alcuni più altri meno e periscono. Da questo aspetto il lavoro di Depéret è un modello scientifico di gran valore.

In questi animali d'Euzet egli trova 21 rami

di mammiferi e 3 di rettili, e tenta di mostrarne, oltre la durata della loro esistenza, la discendenza, le loro migrazioni e le origini; ma egli stesso non troverebbe che un ramo solo che potesse esser seguìto in America, formazione Wasatch o Sparnaciano; egli ammette la migrazione ma d'ignota origine. Siamo, in realtà, nell'ignoranza assoluta, e Depéret, alla fine, per i rami d'Euzet, crede che l'origine asiatica o asiatico-africana sembri per ora come la più verisimile. In quanto si riferisce all'evoluzione dei varî rami, Depéret crede, per molti rami, *l'evoluzione sul luogo* di forme animali dell'eocene inferiore d'Europa (1).

Ecco che cosa manifesta l'evoluzione dei varî rami esaminati da Depéret, quella che dicesi *mutazione*, cioè mutamenti di caratteri, aggiunzione di qualche carattere in forma seriale, e non altro. Non trovasi mai un mutamento di tipo, le forme che sono determinate come specie nel ramo, non escono dal tipo fondamentale che costituiscono il ramo stesso; nessun salto da un tipo ad altro, mai, e sembrerebbe esservi immutabilità in questo, come già noi abbiamo veduto negl'invertebrati marini fin dalle origini della vita. Questo noi sosteniamo e abbiamo sostenuto nel discorso che abbiamo fatto in precedenza: la persistenza del tipo, la variabilità

(1) Cfr. *Monographie de la faune* cit.

dello stesso tipo, le variazioni avvenute, l'evoluzione del tipo nei suoi differenti rami e indipendentemente in ciascun ramo. Abbiamo attribuito l'origine dei rami o phyla alla variazione primordiale nella stirpe (nidiata), poligenia, come un fenomeno naturale; attribuiamo a ciascun ramo l'evoluzione delle sue forme, da che nascono le divergenze fra i varî rami dello stesso tipo, e anche l'origine di nuovi rami, o rami secondari, o stirpi secondarie, che si stendono a ventaglio partendo dalla stirpe primaria originaria; si hanno così delle forme che appariscono nuove e possono anche intitolarsi specie nuove per nuovi caratteri o per modificazioni di caratteri esistenti, o per l'insieme degli uni e degli altri. Qui nei vertebrati, mammiferi, abbiamo una gran lacuna riguardo all'origine, e non ho parlato che di forme già complete apparse bruscamente; ma queste forme si comportano come quelle che noi abbiamo esaminato negli invertebrati primitivi del cambriano.

Affermando, a proposito del valore e del significato della forma larvale negli invertebrati marini, che esse rappresentano stadi di sviluppo originario di detti animali, ma in modo abbreviato e anche alterato, ho anche detto che nei varî processi evolutivi, di cui le larve sono una sintesi, hanno origine nuovi caratteri. I viventi, cioè, nell'evoluzione per giungere ad una forma completa che noi denominiamo adulta, assumono successivamente nuovi caratteri, come un progresso dovuto

al completo sviluppo delle forme: i nuovi caratteri nascono con lo svolgimento individuale come processi di formazione; così che nella forma adulta tutti i caratteri sono acquisiti per nuova formazione.

Con questi fatti io ebbi anche intenzione di affermare che, all'origine della vita, le forme erano incomplete, come embrioni, e che si sono andati completando evolvendosi, e che dopo di essere giunte in uno stadio che dicesi adulto, si manifestarono bruscamente; perchè sembra che le opere naturali si producano in modo segreto, e noi non vediamo che le opere in uno stato compiuto, quasi mai o difficilmente in uno stadio incipiente. Con questo non intendo ammettere qualche agente misterioso ed occulto; ciò è soltanto un modo di esprimere un fenomeno che sfugge alle nostre osservazioni quasi sempre. A noi sfugge, malgrado esperimenti ed osservazioni accurate, il moto crescente d'una pianta, che non possiamo seguire osservandola, come anche l'aumento svolgentesi di un animale: ne vediamo i risultati.

Ora nel periodo di accrescimento si ha la persistenza di caratteri già esistenti e l'aggiunzione o meglio la nascita di nuovi, e insieme la modificazione dei primi. L'accrescimento è continuo, non soltanto appartiene alla forma individuale ma anche a quella del tipo, si direbbe della specie, e in modo vario; l'individuo costituisce come uno stadio, una fermata dell'accresci-

mento; ma questo continua nel tipo cui l'individuo appartiene, benchè possa essere parziale in alcune parti o organi. Dopo se ne separa, e il tipo si accresce in altra serie d'individui. In questa formazione continua avvengono le variazioni e si formano le così dette nuove specie, che rientrano, però, nel tipo da cui hanno origine.

La vita così è sempre in continuo movimento di evoluzione, le forme ne rappresentano i gradi percorsi, che sono ora rapidi ora lenti; ma la vita è anche un infinito numero di forme e in origine e nello svolgimento, le quali hanno una durata nel tempo molto varia e quindi per questo stesso una decadenza e l'estinzione.

Questa sembra una teoria, ma non è, non è ipotesi neppure atta a spiegare fatti e fenomeni; ma un fatto che io vorrò esporre nel più breve modo possibile, perchè serva a chiarire e a stabilire le idee sopra esposte.

Come un esempio di quanto vado affermando, cioè dell'origine polifiletica come poligenetica dei varî rami primitivi, e della continua evoluzione delle forme nei varî rami filetici, mi servo dell'opera monumentale di Walcott sui Brachiopodi; è l'ultima, per quanto sappia, su questo gruppo animale, il più arcaico che viva ancora nei nostri mari. Il grande paleontologo, specialista del cambriano, si occupa soltanto dei fossili dei Brachiopodi del cambriano e dell'ordoviciano, e ne fa una classificazione e ne mostra l'evoluzione fino dal loro apparire nel cambriano infe-

riore; e questo appunto ci serve, perchè soltanto all'origine delle forme, noi possiamo scoprire se esse derivano da unico o più elementi primordiali. Seguiamo dunque Walcott fedelmente per vedere le forme primitive dei Brachiopodi (1).

I Brachiopodi, secondo Beecher, seguito da Walcott, sono divisi in Atremata, cioè senza perforazione, in Neotremata o con perforazione recente, e in Protremata ovvero con perforazione primitiva. Gli Atremata sarebbero primitivi e avrebbero dato origine agli altri due rami o tronchi; la forma più primitiva sarebbe la *Rustella* che ha caratteri prossimi al radicale *Protegulum*, quello cioè da cui tutte le forme di Brachiopodi sarebbero derivate. Walcott, allo scopo di mostrare le forme originarie e le derivate, costruisce una tabella che comprende i rami tutti dal cambriano inferiore fino all'ordoviciano inclusivamente; e su questa tabella e la spiegazione dataci dall'autore io descrivo le forme nel modo più fedele ed esatto possibile, riproducendo soltanto quanto si riferisce al cambriano inferiore, dove apparvero i Brachiopodi.

Dal Protegulum, oltre *Rustella* si dipartono

---

(1) *Cambrian Brachiopoda.* Monograph. Vol. LI di " U. S. Geological Survey ,, part I, pag. 827; part II, plates CIV. Washington, 1912, in-4°. Dello stesso autore, che precedono la grande opera, vi sono numerose memorie, che qui non è necessario citare.

direttamente due rami, che con Rustella sono tre, cioè (v. Tabella):

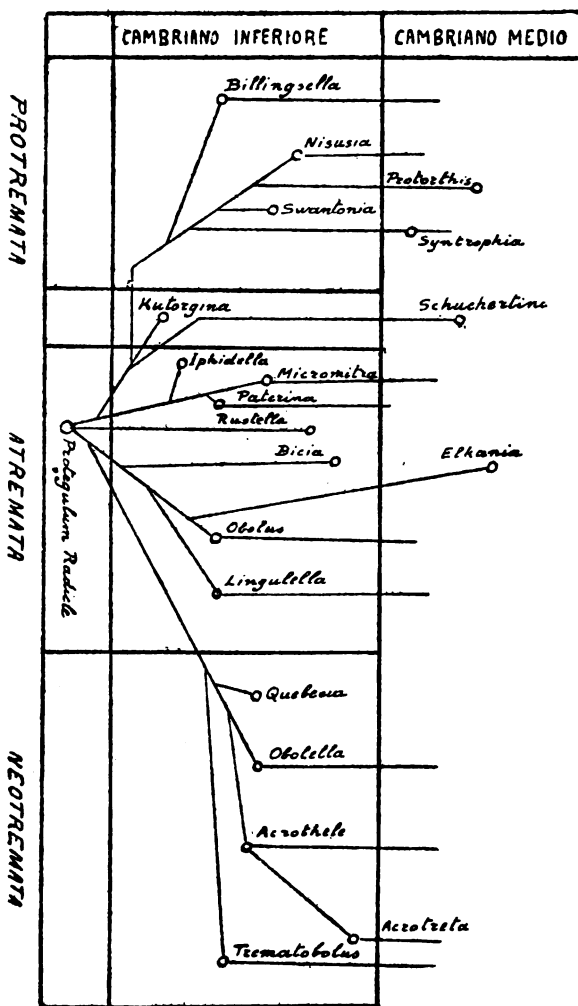
Rustella
Micromitra
Obolus.

Rustella, però, che apparisce in alto del cambriano inferiore, si estingue, non ha discendenza.

Micromitra continua fino al cambriano superiore dove ha discendenza con *Helmersonia* e nell'ordoviciano con *Volborthia*.

Obolus giunge all'ordoviciano ed ha una filiazione fin dal cambriano inferiore dove apparisce. Si noti inoltre che le due forme appariscono prima di Rustella, quasi fossero più antiche, come dimostra la collocazione.

Non vi ha dubbio che le tre forme sono parallele d'origine, sono tre phyla originari per poligenesi; nessuna di loro deriva dall'altra, e quindi costituiscono una stirpe, secondo il mio concetto. Nè soltanto questo si vede, le due forme subiscono un'evoluzione e producono nuove forme, come abbiamo detto; ogni phylum si svolge indipendentemente dall'altro.

Ma trovasi qualche cosa di più nella tabella e nelle due forme che fanno serie. Dal *Protegulum*, che si suppone la radice del tipo, al punto di apparizione, di *Micromitra* e di *Obolus*

Classificazione dei Brachiopodi secondo Walcott.

si hanno diramazioni: *Kutorgina*, *Iphidella*, *Paterina* da una parte, dall'altra, *Obolus*, si hanno, *Obolella* che apparisce nei Neotremata, *Lingulella*, *Bicia*, *Elkania*. Queste forme non derivano dalle due precedenti, come si potrebbe supporre; esse sono alcune contemporanee, altre sembrerebbero più primitive. Che cosa sono e che cosa rappresentano? Secondo il mio avviso, esse rappresentano altri phyla simultanei che hanno affinità maggiore con quelli da cui sembrano derivare e a cui sono uniti graficamente. Ma ancora di più si vede: l'*Obolella* che si fa derivare, quasi a contatto col Protegulum dalla linea *Obolus* in Atremata, trovasi in Neotremata, quasi che questo gruppo derivasse dal primo. Ciò non è affatto; i due gruppi sono contemporanei e simultanei, paralleli; e una moltiplicità di forme secondarie derivano da questo phylum dei Neotremata. *Kutorgina* è considerato come intermedio fra il gruppo Atremata e Protremata. *Nisusia*, *Billingsella*, *Protorthis*, hanno la medesima posizione già mostrata dalle linee di Atremata; e sono egualmente contemporanee e simultanee, parallele, con le altre, tutte apparse nel cambriano inferiore, in strati più o meno antichi, e così che sembra, qualche volta, che le forme derivate siano più antiche di quelle considerate primitive.

Questo apparisce dalla disposizione data alle forme nella tabella che rappresenta l'evoluzione dei Brachiopodi. Vediamo ora che cosa risulta dai caratteri; e la guida è sempre Walcott.

Secondo Walcott la forma più primitiva degli Atremata conosciuta a lui è *Rustella edsoni*, ed è dello strato superiore del cambriano inferiore. *Micromitra* è ammesso che si sviluppa da pre-*Rustella* radicale, e apparisce nel cambriano primitivo. *Obolus* è un ramo (*branching*) da *Protegulum* del cambriano inferiore, poco più tardivamente di Micromitra. In realtà in ordine cronologico abbiamo *Micromitra-Obolus-Rustella*, ma nessun dubbio che tutte le tre forme derivano dalla stessa radice indipendentemente. *Lingulella* sarebbe sviluppata dal primitivo *Obolus* nel cambriano (early) nel primo tempo di formazione. Questo *Obolus* primitivo di Walcott non è l'*Obolus* quale si ha reale, ma un supposto pre-*Obolus*, come una supposta pre-*Rustella*. È la *Lingulella* contemporanea ad *Obolus* e a *Micromitra*.

Kutorgina è ammesso di essere una diramazione di *Micromitra* radicale nel precambriano; non può non essere che una forma primitiva come *Micromitra*, e apparisce, di fatto, nel primitivo cambriano inferiore.

Il passaggio da Atremata a Protremata è dato da una derivazione di *Micromitra*, contemporaneamente alla derivazione di *Kutorgina*, in *Nisusia* e *Billingsella*, la prima meno antica della seconda cronologicamente ma nel cambriano inferiore, cioè *Nisusia* negli strati superiori, *Billingsella* nei medî.

In Neotremata *Obolella* tipo discende da una

forma semplice simile a *Rustella* radicale; abbiamo veduto che è prossima a Protegulum sulla linea di *Obolus*, e non può essere che primitiva come questo, malgrado le differenze di forme e qualche altro carattere. Obolella è apparsa nei primi strati del cambriano inferiore.

Dopo ciò che ho detto sembra che le differenze cronologiche di apparizione delle forme dei tre gruppi non siano che accidentali, e tutte queste dovrebbero riferirsi ad una simultanea apparizione che le scoperte non dànno per le difficoltà ben note ad ogni paleontologo. Le differenze di forma e di struttura sono e devono essere primordiali, come variazioni primordiali, nel modo già da me ammesso. Una descrizione dei caratteri differenziali di queste forme primitive, qui, sarebbe fuori luogo, perchè anche troppo lunga; il lettore può consultare la grande opera di Walcott, dove pazientemente può seguire con le belle tavole le descrizioni dei caratteri secondo la classificazione sua medesima.

Data ragione della moltiplicità dei rami primitivi dei Brachiopodi, cioè della loro poligenesi nel significato nostro già espresso, rimarrebbe a dire dell'ulteriore svolgimento e della moltiplicazione delle forme del tipo. A dimostrare questo assunto io potrei inserire tutta intera la tabella costruita da Walcott, la quale comprende dal primitivo cambriano all'ordoviciano soltanto tutte le ramificazioni secondarie derivate dalle primitive. In questi periodi geologici la moltiplicazione delle

forme e il loro sviluppo mostrano come l'evoluzione è continua e si produce in ogni ramo indipendentemente. Questo fenomeno potrebbe seguirsi fino ai tempi recenti, perchè, come si è detto, questo tipo animale è ancora vivente, conservando qualche forma arcaica, insieme all'estinzione di molte altre. Ma rimane egualmente confermato il fatto da me segnalato nel corso dei ragionamenti su l'evoluzione organica, cioè la persistenza del tipo d'origine attraverso i periodi geologici e l'evoluzione delle forme nel tempo e nello spazio. E ancora un altro non meno importante fenomeno si produce nei Brachiopodi, come in altri animali, nella loro continua evoluzione, l'acquisto di nuovi caratteri, come un fenomeno naturale di aumento nell'organismo vivente. Ma di ciò dirò in modo particolare in seguìto.

Ma non è a credere che io abbia seguito tutta l'interpretazione di Walcott nel delineare i rami primitivi dei Brachiopodi, perchè questo eminente paleontologo sostanzialmente pone l'origine monogenica dei Brachiopodi, ammette che gli Atremata siano primitivi, e da essi vengono i Neotremata e i Protremata, e quelle strette relazioni che noi abbiamo indicate nella delineazione di *Rustella*, *Micromitra*, *Obolus* da una parte, e di *Kutorgina* dall'altra in congiunzione con *Nisusia* e *Billingsella*, in Protremata, e così di *Obolella* e *Trematobolus* per Neotremata, secondo Walcott indicano gradi di evoluzione, come è chiaramente detto nella classificazione e nelle descrizioni delle

dette forme. Noi non contrastiamo all'autore il fatto che esistono differenze di sviluppo nelle forme nominate, egli in ciò è giudice competente; e possiamo convenire che, senza tener conto del tempo e della simultaneità o meno dell'apparizione delle forme, esiste una differenza reale morfologica che ha l'aspetto di evoluzione nelle forme; ma, malgrado ciò, queste forme possono essere contemporanee d'origine, come variazioni primitive e perciò come indipendenti le une dalle altre. Noi abbiamo, in altra occasione, e a proposito, dell'uomo e dei primati, ammesso questo fatto, che vi può essere evoluzione morfologica in tipi animali senza che per questo si possa stabilire discendenza. Comprendo che la mia interpretazione poligenetica contrasta con la concezione generalmente accettata che è la monogenetica; e quindi da ciò tutti gli sforzi dei naturalisti a scoprire l'origine unica di ogni tipo animale e a ricondurvi tutte le variazioni e i rami. Il polifiletismo ha fatto già un progresso, ma non arriva ancora alla sua vera origine che è la poligenesi, senza di che riesce inesplicabile.

Riguardo ai vertebrati sono notevoli i lavori del paleontologo Osborn intorno all'origine e all'evoluzione dei caratteri nei varî phyla degli animali. In questa materia egli ha manifestato alcuni concetti personali, i quali mostrano il valore della paleontologia come campo più vasto per scoprire e seguire l'evoluzione dei caratteri in confronto agli sperimenti di laboratorio che

hanno un valore molto limitato e incompleto e quindi non possono ottenere risultati soddisfacenti. La paleontologia ricerca le origini delle forme animali e le segue nelle loro evoluzioni e trasformazioni nei varî periodi geologici, mentre lo sperimento e l'osservazione di un evento limitato nel tempo non possono dare un'idea completa dell'avvenimento.

Osborn ammette un mutamento qualitativo, la genesi d'un nuovo carattere in direzione di adattamento, che denomina *Rettigradazione*; e un mutamento quantitativo, ovvero la genesi di nuove proporzioni in un carattere esistente; ciò egli chiama *Allometria*. In quest'ultima egli crede di trovare mutamenti di forma non aggiunzione di nuovi caratteri, quindi mutamento di correlazione e di proporzionalità delle parti componenti; e afferma che i mutamenti più numerosi sono di allometria (così traduco la parola *Allometron*), che di aggiunzione di nuovi caratteri. Fra gli esempi di allometria egli riferisce i mutamenti della forma cranica in alcuni animali, come i Titanoteri, che egli stesso ha molto studiato, i Rinocerotidi e altri ancora, e insieme la forma dei piedi. Di esempi di rettigradazione egli dà lo sviluppo di denti, di corna dei medesimi Titanoteri e di altri animali, ammettendo anche che ciascun ramo dei varî che si riferiscono ad un tipo animale, si sviluppa indipendentemente, ciò che già abbiamo trovato nei concetti di altri naturalisti.

Sostanzialmente Osborn afferma che l'evoluzione è continua non discontinua, e di ciò reca varî esempi e ragioni contro la dottrina di Bateson e di altri che lo seguono; ammette ma eccezionalmente la evoluzione saltuaria di De Vries; e quindi si dichiara contro le opinioni della scuola Bateson, De Vries, Johannson, e conclude dicendo che la Paleontologia, nell'origine di alcuni nuovi caratteri almeno, ci obbliga a sostenere l'opinione filosofica veramente meravigliosa di Aristotele, cioè: *la natura produce quelle cose che*, *essendo continuamente mosse da un principio in quelle stesse contenuto*, *arriva a un fine* » (1).

Appare che i due processi di evoluzione, secondo Osborn, siano reali, soltanto non so se avvengano simultaneamente, se non sempre, spesso, perchè l' aggiunzione di un carattere nuovo deve naturalmente apportare qualche alterazione alle parti prossime, e una nuova correlazione nell'insieme dei caratteri deve prodursi;

---

(1) Cfr. delle molte memorie principalmente: *The continuous origin of certain Unit Characters as observed by a Paleontologist.* Reprinted from the " Harvey Lectures „, series 1911-12. *Origin of Single Characters as observed in fossil and living animals and plants.* Presidential address before the Paleontological Society of America, delivered in the Academy of Natural Science of Philadelphia. Doc. 31, 1914. From " Amer. Naturalist „, vol. XLIX, aprile 1915.

d'altra parte il mutamento detto allometrico deve dare un nuovo carattere o una nuova forma alla complessità organica. Gli esempi riferiti dallo stesso Osborn ne sono una dimostrazione. Ma dubito che qualche esempio da Osborn ritenuto come un fenomeno di mutamento evolutivo, non sia tale, come per esempio quello della forma del cranio dei Titanoteri, dei Rinoceronti e dell'uomo. Mi fermo qui, perchè interessa molto questo concetto alle mie idee in antropologia.

Intorno ai Titanoteri egli pensa che delle tre forme craniche dolico, meso e brachicefala la mediana sia la primitiva, e la dolico e la brachi siano da quella derivate; e quando siano stabilite, ciascuna delle due tende all'estrema forma. Scrive: « È stato osservato che in quattro o cinque phyla contemporanei dei Titanoteri dell'eocene medio, che derivano, senza dubbio, da un progenitore comune dell'eocene inferiore, si trova una tendenza a divergere in forme *brachicefale* (*Palaeosyops*), e *dolicocefale* (*Dolichorhinus*); le prime diventano, sempre aumentando, brachicefale, le altre dolicocefale. Questo mutamento di proporzione avviene circa come segue: 1) vi ha una nuova distribuzione (*redistribution*) di materiali; 2) questa apporta un mutamento nella intera proporzionalità del cranio; 3) i differenti ossi componenti sono affetti in modo differente, perchè si ha *distinto percentagio di accrescimento*

in larghezza e lunghezza negli ossi di ciascuna regione » (1).

La difficoltà della teoria di Osborn sta nel non avere il modo di provare tali mutamenti parziali di ciascun osso cranico, dopo che un'architettura craniale trovasi stabilita con date proporzioni; ciò è concepibile di un organo o di un osso singolo che è per sè un organo, ma non di un complesso di ossi che stanno congiunti e correlativi in tale congiunzione per formare un organo unico. Che esistano tali differenze nelle due forme craniche dei Titanoteri, non v'ha dubbio di sorta, ma è difficile affermare la derivazione di una dall'altra. Ma vi ha qualche cosa di più complicato: il cranio, che per sè è un complesso di elementi e di caratteri, è unito a tutte le altre parti del corpo, che sono correlative fra loro e col cranio stesso. Ciò in parte ha mostrato già Osborn in altro lavoro (2). Qui Osborn enumera e mette in confronto i caratteri varî di tutte le parti costituenti il cranio dolico e brachi dei Titanoteri, ma non di tutti gli altri componenti dello scheletro animale; però è facile di mostrare anche le differenze in questi dalle osservazioni varie su questo tipo di mammifero

---

(1) *Coincident evolut. through Rectigradation,* " Science „, N. S., vol. XXVII, n. 697, 1908. New-York.

(2) *Dolichocephaly and Brachycephaly in the lower Mammals,* " Bull. Amer. Museum Nat. History „, vol. XVI. New-York, 1902.

dello stesso Osborn nelle sue monografie (1). Ora tutti questi mutamenti dovrebbero avvenire per cause assolutamente ignote non solo, ma neppur supposte, non essendovi indizio alcuno.

Ma Osborn molto facilmente semplicizza e fa esperimenti come segue:

« *Primo esperimento. Redistribuzione.* Questo prova che una redistribuzione generale dei materiali convertirà un tipo brachicefalo in dolicocefalo. Io delineo un cranio brachi di *Palaeosyops* con un nastro di gomma elastica, e premendo lateralmente in senso della lunghezza il nastro, produco artificialmente un cranio dolicocefalo » (cioè allungato e stretto).

« *Secondo esperimento*, che mostra la dolicocefalia progressiva; stringendo e allungando il nastro, si ha una maggior dolicocefalia ». Ma Osborn si affretta ad aggiungere che « ciò non produce tutto quello che realmente avviene in natura, perchè nell'allungamento e nell'accorciamento del cranio ciascun osso è affetto in qualche modo differentemente » (2). Ma io mi permetto di dire che questo esperimento non mostra proprio nulla, perchè in nulla mutano le parti del cranio formato da un nastro di gomma, che non è composto di molte parti; nè le parti d'un cranio

---

(1) *The four Phyla of Oligocene Titanotheres*, Bull. cit., vol. cit.

(2) *Coincident evolution*, ecc. cit., " Science ", N. S., XXVII, 1908.

reale mutano in lunghezza e in larghezza ma variamente e in modo adatto all'architettura del cranio stesso.

A mio avviso le due o tre forme del cranio di Titanoteri sono primitive e fanno parte dei caratteri dei varî rami o phyla che Osborn ha trovati e di altri forse che egli non ha ancora separati; e questo concetto deriva dal fatto che *Palaeosyops*, brachicefalo, e *Dolichorhinus*, dolicocefalo, sono dell'eocene medio, contemporanei, come egli ammette. E ancora: egli ha descritto i caratteri che accompagnano il tipo brachi e il tipo dolico, nelle ossa facciali, nei denti, nel palato e così via, differenti gli uni dagli altri. Tutto mostra la profonda separazione dei due tipi, e l'inconcepibilità che vi possa essere trasformazione in tutti questi caratteri correlativi per la produzione d'un tipo differente, come Osborn crede. In altre parole, non è un solo carattere che dovrebbe trasformarsi, ma molti in correlazione fra loro strettamente per formazione originaria.

Invece mutamenti di forma e di correlazione, ma parzialmente, devono avvenire nel cranio di Titanoteri per l'aggiunzione e per il progressivo aumento del nuovo carattere, cioè dei corni, come anche nell'accrescimento generale dell'animale e quindi anche del cranio stesso. Dal *Palaeosyops* al *Titanotherium*, cioè del cranio senza corna al *Manteoceras*, al *Diplacodon*, al *Titanotherium*, si vede lo spuntare d'una protuberanza che au-

menta in forma estrema nell'ultimo, e in una serie di formazioni geologiche, lower Bridger, upper Bridger, Uinta, White River, cioè dall'eocene medio all'oligocene inferiore.

Osborn non ha seguitato a sperimentare per convertire il dolico in brachi nei Titanoteri, come avrebbe dovuto, forse perchè non gli riesciva facile la compressione anteroposteriore. Ma invece egli applica all'uomo la sua teoria della trasformazione dalla dolico alla brachicefalia e non viceversa, come ha fatto per i Titanoteri, almeno non ne fa parola. Ciò interessa molto a me, che ho sempre sostenuto la persistenza delle due forme craniche e la nessuna conversione del tipo dolico in brachi, vecchia teoria falsa, non sostenuta da nessuna teoria biologica o di fatto. Almeno Osborn ha ammesso che la conversione esige una nuova distribuzione nelle forme degli elementi che compongono il cranio nei Titanoteri e in altri animali; ma gli antropologi, senza nessun argomento razionale biologico, hanno ammesso la trasformazione per cause esteriori, senza riguardo alla correlazione degli elementi componenti il cranio, cioè ora la pianura, ora la montagna, ora il freddo glaciale, ora l'accrescimento del volume del cervello, e cose simili tutte irrazionali e direi anche puerili, se tali cause si considerino come possibili fattori di mutamenti morfologici complessi.

Nel cranio umano tipo dolicomorfo certamente non si trova tanto numero di caratteri differenti

da quelli del tipo brachimorfo, come nei Titanoteri descritti da Osborn, ma se ne trovano parecchi e nel segmento cerebrale e nel facciale. Per dire del solo cranio cerebrale, la sua architettura generale è così differente nelle due forme che basterà un solo esame sommario a convincere del fatto.

Sono principalmente i parietali e l'occipitale a mostrare le maggiori caratteristiche differenze e secondo i vari tipi di brachimorfo e di dolicomorfo, quali io ho classificati e descritti soventi volte. Il cranio cuneiforme, sfenoide, differisce molto dallo sferoide e dal puro platicefalo per la disposizione e la forma dei singoli ossi e la loro curvatura e connessione reciproca: ciò non si rileverà certamente per mezzo delle misure craniometriche, che prendono i punti estremi. Così per i dolicomorfi. Perchè non è un semplice restringimento della larghezza del cranio che fa dolico il cranio, nè un maggiore allargamento che ne fa un brachi, ma la struttura e la forma delle parti e la loro disposizione, che sono differenti nei due tipi cranici. Quindi non potrà mai essere uno stiramento per effetto muscolare, nè una pressione aerea, nè una temperatura di 0° o di 40° gradi che farà mutare le forme di tali ossa, non è il camminare sul piano o l'escursione della montagna che potrà accorciare il cranio e modificarne gli elementi singoli che lo compongono. Sono invenzioni di carattere primitivo queste, e fa meraviglia che possano essere

pensate da biologi e da antropologi, i più fantastici dei biologi. Quegli ultimi credono l'uomo formato di sostanza materiale come di cera molle che muta densità e consistenza con la temperatura e simili influenze. Invece qui abbiamo a trattare con caratteri stabili, con formazioni persistenti che nulla muta in direzioni opposte per effetto di azioni esterne come quelle imaginate da alcuni.

Benchè la storia dell'umanità sia troppo breve per essere un contributo biologico molto probativo, pure quello che cade sotto l'osservazione per molti secoli, c'insegna che nulla è mutato nei tipi umani che sopravvivono all'estinzione di altri che conosciamo come fossili. Anche la preistoria ci dà l'indizio sicuro che nessun mutamento è avvenuto nei tipi umani, mentre d'altra parte i più arcaici fossili umani ci rivelano che il tipo dolicomorfo, in un ramo umano almeno, è così antico come il brachimorfo; e questo ci presenta il tipo di Neandertal. Gli altri antichi fossili ci mostrano, per ora almeno, il solo tipo dolicomorfo. Siamo, quindi, davanti al fatto della persistenza di caratteri formati e stabiliti per eredità da tempo immemorabile, e quindi anche non tendenti a mutamenti così facili a supporsi, e specialmente in tempi recenti.

Noi abbiamo classificato come specie differenti i due tipi cranici, ogni volta che li abbiamo incontrati, ma realmente sono due rami, phyla differenti (del resto Osborn pone come phyla i tipi

cefalici dei Titanoteri), simultanei d'origine o quasi, i quali variano indipendentemente e dànno le forme che noi abbiamo classificato, secondo i caratteri complessi che ciascun tipo dolico o brachi presenta; e quelle variazioni abbiamo denominate varietà, per la loro costanza.

Sopra ho messo in dubbio il concetto se il mutamento di forma, se veramente avvenga, nel cranio dei Titanoteri e anche nell'uomo rappresenti un'evoluzione. Riferendomi all'uomo soltanto, potrei mostrare che ciò è assolutamente arbitrario: le varie razze umane e in differente scala evolutiva presentano indifferentemente le forme dolico e brachimorfe; e quando qualche antropologo ha voluto affermare che il brachimorfo è una trasformazione del dolico per effetto di aumentata attività cerebrale per aumento della civiltà, debbo dire che la biologia non può costruirsi su queste basi.

Tornando ai concetti teorici di Osborn intorno all'origine dei caratteri osservati in animali fossili e viventi, è facile vedere come nascono nuovi caratteri di cui non si aveva traccia, e si svolgono in periodi di tempo successivi. Questa è la rettigradazione di Osborn di cui ho parlato. Uno degli esempi favoriti di Osborn è quello dei Titanoteri, animali fossili estinti da lui bene studiati e illustrati, dato dai corni, assunti in *Eotitanops* e sviluppati nel tipo più completo, nel *Dolichorhinus*. Ciò avviene anche nei denti. Manca la spiegazione vera dell'origine, e Osborn su ciò

scrive: « In riguardo alle nuove cuspidi nei denti ed ai nuovi rudimenti di corni sul cranio, nella nostra ignoranza non v'è da osservare che ciò che potrebbe chiamarsi *una predisposizione nei progenitori alla genesi di simili rettigradazioni* (italico dell'autore). Questa predisposizione mostra l'esistenza di una *legge* nell'origine di alcuni nuovi caratteri. Brevemente la storia dell'origine dei corni nei Titanoteri è la seguente: (*a*) da principî eccessivamente rudimentari, cioè, rettigradazioni che appare possano essere scoperte sulla superficie del cranio; (*b*) vi ha qualche legge predeterminata o similarità di potenziale che governa la loro prima esistenza, perchè (*c*) i rudimenti nascono indipendentemente sopra la stessa parte del cranio in phyla differenti a periodi differenti dal tempo geologico; (*d*) i rudimenti di corni si sviluppano continuamente, e mutano di forma gradatamente (allometria); (*e*) infine essi divengono i caratteri dominanti del cranio, mostrando variazioni notevoli di forme nei due sessi; (*f*) essi prima appariscono in stadi ontogenici tardivi o adulti, ma spuntano gradatamente nei primissimi o primi stadi dell'ontogenia finchè appariscono prima della nascita » (1).

Quel che Osborn dice dei Titanoteri per l'origine di alcuni caratteri e per il modo di sviluppo

---

(1) *Continuous origin of certain Unit Characters,* ecc. cit. Inoltre: *Origin of Single Characters,* ecc. cit.

si potrebbe dire di altri animali; ma rimane oscura l'origine, e questo costituisce il tormento dei biologi moderni che emettono ipotesi e teorie nella fiducia di riescire; ma finora pare non riescano affatto. Il più ardito di tutti con lo sviluppo eccessivo e con l'applicazione della dottrina di Mendel, Bateson, non riesce che a una teoria paradossale. Ci contenteremo dell'ignoranza in questo fenomeno? — Ma Osborn con le sue osservazioni mostra un fatto che non potrà mettersi in dubbio, parmi, cioè che insorgono caratteri nuovi in tipi animali che si ereditano e si sviluppano, pure rimanendo identico il tipo animale nei suoi caratteri originari e generali, vorrei dire fondamentali. Questa affermazione già ho fatta sopra riguardo agli invertebrati che esaminai; e ora troviamo il fenomeno confermato in alcuni vertebrati e mammiferi anche. Io ora non voglio trarre una conclusione generale su questo fatto, contentandomi di costatarlo in alcuni mammiferi, essendo esso contrario alle teorie correnti su l'evoluzione, che ammettono la trasformazione di tipo negli animali.

Sopra è scritto (*a*): « i rudimenti nascono indipendentemente sopra la stessa parte del cranio (dei Titanoteri) in phyla differenti a periodi differenti del tempo geologico ». Questi phyla, quando Osborn scriveva ciò, erano da lui creduti quattro o cinque come discendenti indipendentemente da unico progenitore di remota età geo-

logica. In seguito, qualche anno appresso, cioè (1), egli modifica la sua opinione intorno alla filogenia dei Titanoteri, e indica i caratteri per i quali costruisce questa nuova filogenia. Il tipo dei Titanoteri ebbe principio con la formazione Wind River, eocene inferiore, con *Lambdotherium* e *Eotitanops*, che Osborn divide in due phyla da essi rappresentati. Seguono altri nove phyla, nei quali egli include il *Menodus* europeo, che io ho escluso come tipo di *Titanotherium* (2); questi phyla sono così collocati nel quadro disegnato dall'autore, che però non dà spiegazione alcuna, che sembra siano veramente indipendenti e come non discendenti da *unico* progenitore. Sembra cioè che questi dieci rami puramente americani discendano da progenitori plurimi, che dovrebbero costituire la serie o la stirpe primitiva secondo le mie idee espresse altrove. Nella più antica formazione, difatti, vediamo due phyla contemporanei, sopra già ricordati. Ora secondo la teoria dell'origine plurima si può avere una spiegazione plausibile di questa filogenesi che si moltiplica in vari phyla, altrimenti inesplicabile; e in molti sarebbe contraria al concetto che nei vari rami nascano i medesimi caratteri indipendentemente e nella medesima posizione per tutti;

(1) *Recent results in the Phylogeny of the Titanotheres*, "Proc. Paleont. Society„, "Bull. Geol. Society of America„, vol. 25, 1914.

(2) *Le origini umane* cit., pag. 39.

perchè, come abbiamo stabilito, la poligenesi è polifiletismo originario d'un determinato tipo animale.

Nei Titanoteri, negli Equidi, nei Rinocerotidi e in altri animali, che io chiamerei tipi, si trova il fatto costatato della evoluzione delle forme con nuovi caratteri che spuntano successivamente nelle varie formazioni geologiche, in cui quegli animali vissero e vivono ancora, meno alcuni, e inoltre, insieme all'evoluzione e la moltiplicazione dei caratteri, la conservazione generica del tipo: fenomeni questi di sommo valore per la teoria che noi sosteniamo da qualche tempo. Poichè noi miriamo all'uomo, al tipo *homo*, da cui siamo partiti per la revisione delle dottrine dominanti, dalle quali ci siamo definitivamente separati, potremmo domandare se quei fenomeni sopra notati in quei tipi animali si producono anche nell'uomo. Io penso di dare una risposta a questo quesito in un capitolo separato, quando avrò messo in evidenza altri fenomeni e mi occuperò anche, se è possibile, dell'origine dei vertebrati e specialmente dei mammiferi.

X.

Sommario: Il concetto di Schäfer su l'origine e la continua creazione della vita. Forme simili a pesci e pesci primitivi. Origine diretta dei pesci, e processi embriologici formativi e larvali lunghissimi. Continua creazione di forme vitali. La genealogia dei pesci, secondo Osborn, si risolve in poligenesi. I rivolgimenti terrestri e un nuovo tipo di vertebrati: anfibi. I rettili.

Nelle pagine che precedono, io supposi che la sostanza vivente che ha dato origine ai vari organismi animali, ora fosse in piccole masse da costituire una sola cellula per ciascuna massa, ora in masse più grandi da comporre un complesso di cellule; dalle prime e dalle seconde sarebbero derivati tutti gli organismi unicellulari, come sono i protozoi, e i pluricellulari, come i metazoi, già apparsi nel precambriano e nel cambriano. Così io ho ammesso che non dai protozoi derivassero i metazoi, essendo quelli già esseri viventi definiti completamente e secondo me non trasformabili in altri viventi di differente tipo e pluricellulari.

Ora ho avuto occasione di leggere uno scritto

del fisiologo di Edinburgh, Sir Schäfer, già pubblicato alcuni anni addietro (1), nel quale si sostengono molte idee nuove, principalmente che la vita ebbe origine per evoluzione dalla sostanza non-vivente, e che per questo non una sola volta deve aver avuto origine, e che quindi l'evoluzione è possibile nel presente e nel futuro. Aggiunge che, accettando l'evoluzione, non soltanto siamo giustificati ad ammettere questa conclusione, ma siamo forzati ad ammetterla. Inoltre Schäfer tenta di descrivere il processo di evoluzione della sostanza vivente in forme definite pluricellulari. Scrive: « Consideriamo come aggregati di cellule che si svilupparono da organismi di una sola cellula. Due metodi sono possibili, cioè: 1° l'adesione di un numero d'individui separati d'origine; 2° la suddivisione di un individuo senza la separazione dei prodotti della suddivisione. Senza dubbio quest'ultimo è il modo col quale originalmente fu formato l'aggregato cellulare, perchè questo è quello che ancora avviene, e noi sappiamo che la storia della vita dell'individuo è un'epitome di quella della specie. Tali aggregati erano al principio solidi; le cellule in contatto l'una con l'altra e anche in continuità; in seguito uno spazio o ca-

(1) SCHÄFER, *Life: its Nature, Origin and Maintenance.* An address delivered to the British Association for the advancement of Science, at the meeting at Dundee, sept. 1912.

vità si formò nell'interno della massa, che si trasformò in una sfera cava. Tutte le cellule dell'aggregato erano al principio simili in struttura e in funzione; non vi era suddivisione di lavoro. Il tutto avrebbe preso parte alla locomozione; il tutto avrebbe ricevuto stimoli dall'esterno; il tutto avrebbe partecipato alla digestione degli alimenti. Tali organismi si trovano ancora e costituiscono i più bassi tipi di metazoi ». In seguito sarebbe avvenuta la divisione del lavoro con la differenziazione delle cellule e la formazione degli organi speciali adatti alle funzioni della vita.

Parmi che il concetto di Schäfer sia che i metazoi avrebbero avuto origine direttamente dalla prima sostanza vivente per moltiplicazione cellulare, per la quale sarebbe nato un aggregato di cellule, com'è ora ogni vivente metazoo. Serve questo a mostrare, benchè indirettamente, che io non sono un solitario a pensare una simile origine degli organismi pluricellulari, almeno in massima, se interpreto esattamente il concetto di Schäfer; ma sono certamente solo a pensare che i vari tipi animali ebbero origine indipendente l'uno dall'altro e non furono effetto di trasformazione da qualche tipo, come sostiene la teoria dell'evoluzione.

Qui io non intendo portare il problema come la sostanza vivente abbia avuto origine; ne ho riferito qualche cosa già; ma il concetto della evoluzione secondo lo pone Schäfer, mi pare accettabile e credo che si concilî interamente

con l'altro concetto, su cui ho anche parlato, della continuazione dell'evoluzione nel presente e nel futuro. Io ho ammesso, come ora ho detto, che non una sola volta la vita si è manifestata sul globo, ma varie volte, se non continuamente; ciò sembra difficile a dimostrare, specialmente se noi seguiamo i concetti dell'evoluzione nel senso ormai accettato e che noi combattiamo, della trasformazione di tipi animali in altri differenti. Ma ammesso, come credo di aver dimostrato, che i tipi animali rimangono immutati malgrado le variazioni più o meno estese che si son prodotte e si producono, l'origine di nuovi tipi suppone necessariamente la continuità dell'origine della vita nei periodi geologici in cui i nuovi tipi sono apparsi.

Uno dei problemi difficili per una soluzione soddisfacente è quello dell'origine dei vertebrati. La soluzione proposta che essi abbiano i loro progenitori nei vermi, è arbitraria, perchè non vi ha nulla che avvicini i vermi ai vertebrati, se non qualche ingannevole apparenza; del resto i vermi sono stati presi come progenitori anche di invertebrati, e mentre sono apparsi insieme a molti tipi di questi stessi invertebrati nei primi periodi dell'apparizione della vita animale precambriana. Più tardi l'*Amphioxus* diveniva il primitivo tipo dal quale i vertebrati sarebbero derivati; nè le Ascidie sono state lasciate fuori dell'ipotesi. Ma queste forme animali hanno il difetto di essere recenti, non appariscono che

nei mari contemporanei, e non potranno mai essere considerate come forme di progenitori dei vertebrati siluriani e devoniani. È la confusione che suole farsi nella dottrina dell'evoluzione fra quel che è morfologicamente in relazione fra le forme sviluppate e quelle meno sviluppate e incipienti, e quel che è discendenza, la quale implica la serie di progenitori e discendenti legati fra loro anche in relazione al tempo di loro comparsa.

La storia dei vertebrati, che comincia naturalmente con quelli marini, cioè coi pesci, e si ha nella successione delle epoche geologiche, non è differente da quella degli invertebrati; questi con i loro tipi caratteristici e principali si trovano già tutti nel cambriano, dopo di che si hanno soltanto variazioni ed estinzioni di alcune forme; ma nessun tipo nuovo ne è seguìto, come facilmente abbiamo potuto mostrare, e ogni biologo può anche da sè medesimo riscontrare. L'evoluzione che vi è stata può ridursi a moltiplicazione variata dello stesso tipo, non è di trasformazione del tipo, rimasto immutato. Nei vertebrati però i tipi sono apparsi in differenti tempi successivamente, e in questo trovasi differenza con l'apparizione contemporanea o quasi degli invertebrati nel cambriano. Fermandoci al paleozoico, troviamo l'apparizione dei primi pesci che diremo di carattere arcaico, cui seguono più tardi altri tipi di pesci che hanno caratteri che diremo moderni e che non mostrano, a parer

nostro, di esser legati per relazione di discendenza dai primi, cioè per trasformazione del tipo o dei tipi arcaici; ma sembrano invece d'origine indipendente. La teoria dell'evoluzione non deve abbacinare i nostri occhi, nel modo come finora è concepita, per non farci vedere la verità, cioè la realtà, che è ben altra. L'anatomia comparata e l'embriologia che ci mostrano evidentemente tanta relazione nelle forme, non hanno avuto riguardo al fatto più importante, alla fisiologia, alla funzionalità, per la quale le forme sono prodotte; e l'unificazione della vita animale è nella funzionalità che bisogna ricercarla e non nella struttura delle forme che a questa devono servire. Noi vediamo l'evoluzione della vita nella continuità del suo svolgimento nel tempo e nel suo apparire in forme nuove, senza che sia una interrotta catena di esseri nati e sviluppati sopra unica linea secondo la dottrina dominante, sostenuta con i mezzi più efficaci.

Se dunque i vertebrati non derivano dagl'invertebrati di qualsiasi forma o tipo, non vi è altra alternativa che essi siansi direttamente originati dalla sostanza vivente come quelli, la quale si agglomerò in cellule che lentamente composero forme elementari primordiali, larvali, e infine forme complete adulte come noi conosciamo. Questa può dirsi una continua creazione di forme viventi, formantisi nei vari periodi geologici fino al presente.

I primi vertebrati sono i pesci; ma sono ammessi

come pesci i Placodermi del siluriano e del devoniano, cioè i vari e diversi Anaspida, Heterostraci, Osteostraci, i curiosi Antiarchi, tanto dissimili fra loro, alcuni dei quali hanno soltanto traccie di vertebre cartilaginee, altri nulla, da quanto apparisce dai fossili in gran parte frammentari. Molti sono o sembrano pesci per la forma, ma non tutti sono vertebrati. Le placche che li ricoprono, hanno nuclei ossei e fanno le veci di pelle e di squame; il cranio in alcuni è caratteristico per la struttura d'un sol pezzo; i denti dove si trovano, sono una formazione della sostanza mascellare; ma vi sono forme senza mandibole e quindi senza denti. Gli Antiarchi portano appendici laterali simili a remi, non esistenti in altri tipi. Di tali esseri alcuni hanno piccola dimensione, altri grande; però i *Dinichthys* che alcuni classificano fra i Placodermi, altri fra i Selaci e sono coperti di grandi placche ed hanno vertebre cartilaginee, sono colossali; hanno denti della sostanza mascellare e mandibolare. Il *Lanarkia* degli Heterostraci e il *Drepanaspis* hanno forme curiose che li allontanano dai pesci, e soltanto per convenzione possono essere collocati nei pesci. Comunque sia, malgrado che tutte queste forme nominate possano essere classificate come pesci, pure esse poco hanno di comune con questi, alcuni caratteri soltanto li avvicinano agli Elasmobranchi.

Gli autori fanno alberi genealogici di queste forme e di tutte le forme dei pesci che costi-

tuiscono la fauna marina ictiologica recente; ma io confesso di non vedere relazioni fra gli uni e gli altri; mi pare che possa dirsi di essi quel che ho detto dell'origine degli invertebrati, che essi tutti hanno origine indipendente costituendo tipi stabili, variabili soltanto nello stesso àmbito del tipo; ed è vano lavoro volere ricercare l'origine loro in esseri precedenti già resi anch'essi stabili tipicamente. I Placodermi forse non dovrebbero essere collocati nei pesci, costituendo tipi a parte.

Contemporanei ai Placodermi sono gli Elasmobranchi, varissimi nelle forme, che sono veramente pesci ed hanno vertebre cartilaginee; se hanno qualche carattere comune coi Placodermi, non sorprende, perchè anche i viventi più disparati nel tipo hanno qualche carattere in comune appunto perchè riferibile a qualche funzione comune. Questi animali hanno avuto un grande sviluppo di forme e di numero nelle epoche geologiche passate, ma non sono estinti come i Placodermi, e sono rappresentati nella fauna marina vivente. Quei generi e quelle specie che sopravvivono, mostrano a sufficienza il fatto che abbiamo sempre sostenuto, della persistenza del tipo animale, della stabilità contro le trasformazioni in altro tipo animale. Con una grande variabilità originaria, come si vede dalle forme estinte, questo tipo caratteristico di pesci primitivi fino dalla sua apparizione ha moltiplicato le forme senza perdere i caratteri tipici che li se-

parano da altri pesci; sono sempre cartilaginei, ma molte variazioni sono estinte in tanta lunghezza di esistenza dal paleozoico ad oggi.

Come e quando hanno avuto origine i Placodermi e gli Elasmobranchi?

I primi indizi si hanno nell'Ordoviciano, o siluriano inferiore, appena dopo il cambriano. Walcott ha avuto la fortuna di descrivere questi primi avanzi fossili che vengono da un luogo presso Canyon City nel Colorado. Questi avanzi esaminati anche minuziosamente egli definisce come: « Plates and Scales of ganoid fishes and what appears to be the ossified sheath of a fish allied to the recent Chimaera (Selaci) » (1). Questa è la notizia del più antico vertebrato; prima del siluriano superiore non abbiamo indizio di animali simili ai Placodermi ed agli Elasmobranchi, ma in seguito fino al devoniano si trova una gran massa di questi esseri che popolano i mari. Essi dunque appariscono appena dopo la ricca fauna degl'invertebrati del cambriano.

Come abbia avuto origine la fauna cambriana ho già detto; l'evoluzionista non trova i progenitori e li suppone, e mentre ignora quali dovrebbero essere, ne fa gli schemi e li rinvia nel

---

(1) *Preliminary notes on the discovery of a Vertebrate Fauna in Silurian (Ordovician) Strata,* " Bull. Geol. Society of America ", vol. III, 1892, pagg. 153-72.

tempo, e tenta di trovare una spiegazione del perchè essi non si rinvengono mai; frattanto la fauna si manifesta completa nelle forme e nelle variazioni, che si sogliono classificare come generi e specie. Si rimane, quindi, nel regno delle ipotesi davanti fenomeni che possono essere spiegati naturalmente. Così avviene di questa prima apparizione di forma che si vuol considerare di vertebrati; i progenitori non si trovano e si dovrebbero trovare molto meno difficilmente dei progenitori degl'invertebrati cambriani, perchè essi dovrebbero essere contemporanei con questi ultimi che sono già conservati per fossilizzazione. In altre parole, se i progenitori dei vertebrati su nominati debbono essere dell'epoca anteriore al siluriano, cioè nel cambriano, dovrebbero già essere scoperti insieme a tutta la fauna cambriana; ma nulla esiste di ciò, nessun indizio che preluda l'origine dei vertebrati di qualsiasi tipo nel cambriano finora s'è veduto: quei due tipi appariscono improvvisamente, e in varie e numerose forme.

Le forme di queste sono nel loro completo sviluppo per i tipi che esse rappresentano, importa poco che esse vengano considerate inferiori riguardo ad altri vertebrati; l'inferiorità è un concetto relativo. I selaci sono con vertebre cartilaginee fin dalla loro origine, e non sono per questo inferiori ai teleostei venuti dopo, e sono animali potentissimi padroni dei mari, dove trovansi, almeno alcune forme; sono un

tipo caratteristico persistente e immutato come tale attraverso al paleozoico, al mesozoico, al tempo presente. Dunque non rimane che ammettere il concetto essere i Placodermi e gli Elasmobranchi un prodotto diretto della evoluzione della sostanza vivente, come la fauna degli invertebrati marini dei mari precambriani e cambriani, senza passare per forme intermedie che siano state di progenitori supposti e non mai esistiti.

Noi non vediamo nessun motivo di opposizione contro questo concetto, come già per la origine degl'invertebrati marini. La sostanza vivente in piccole masse si organizza in forme cellulari, si moltiplica per scissione, forma la gastrula e poi si svolge in vari e molteplici organi. Gli individui d'un tipo che nasce, sono molti, una stirpe, e non assolutamente eguali fra di loro, donde la primaria variazione; con lo svolgimento successivo si ha l'acquisto dei caratteri e l'aumento delle variabilità come un fenomeno naturale primordiale: da ciò la grande varietà delle forme d'esso tipo che ne risulta sin dall'apparizione del tipo stesso.

Se come si va dimostrando, i fenomeni vitali si compiono secondo la concezione fisico-chimica, noi dobbiamo ammettere che la sostanza vivente non è omogenea, e quindi dalla varia composizione chimica si debba avere uno sviluppo egualmente vario; e a ciò bisogna anche aggiungere l'influenza del mezzo in cui questa varia sostanza vivente si svolge, e allora avremo la spiegazione

del vario sviluppo e della varia produzione in tipi e forme animali. Così avremo Placodermi e Elasmobranchi vari fin dall'origine.

La formazione e lo sviluppo delle forme animali esigono un tempo lunghissimo, i passaggi delle forme embrionali devono avvenire in tempo che non è possibile determinare, così anche quelli delle forme larvali che devono essere molte fino al raggiungimento dello stato adulto. Queste formazioni sfuggono alle nostre ricerche, perchè devono essere avvenute nelle profondità marine, e probabilmente molti embrioni e molte larve che forse avrebbero subìto la fossilizzazione nei sedimenti marini, sono stati divorati da altri animali carnivori e pirati marini, come sono molti molluschi. Così che ora vediamo soltanto gli avanzi di animali adulti e non quelli in processo di formazione.

Se si facesse obbiezione come difficoltà di concepire che forme animali così complesse come quelle di cui ci occupiamo, possano essere prodotte da piccole masse di sostanza vivente che si sviluppa lentamente e si organizza, possiamo rispondere che la difficoltà è la stessa di concepire come da una cellula uovo possa prodursi e svilupparsi un vertebrato di qualunque tipo e anche un invertebrato. La storia evolutiva individuale ci porge il filo di Arianna per uscire dal labirinto che ci tiene rinchiusi senza uscita con la teoria dei progenitori che è una semplice supposizione in mancanza di una interpretazione

della realtà come a noi si presenta. Del resto per l'origine degl'invertebrati si deve necessariamente ammettere il nostro concetto; e fra gl'invertebrati vi sono animali che per complessità di struttura non la cedono ad alcuni vertebrati.

Con l'origine dei vertebrati posteriori di tempo agl'invertebrati noi vediamo un fatto di grande importanza: la grande continuità creativa della sostanza vivente nel tempo, e non la creazione della vita animale per una sola volta e in un solo periodo di tempo: l'evoluzione continua nel tempo e nello spazio. L'origine successiva degli altri vertebrati marini conferma questa evoluzione, come in seguito vedremo.

Io ho parlato di quei due tipi, dirò così, perchè essi sono stati i primi ad apparire dopo la serie degl'invertebrati cambriani; ma altri tipi di pesci e di forme moderne hanno popólato e popolano i mari. Si crederà che questi ultimi siano stati un prodotto dell'evoluzione delle forme anteriori, e come sarebbe ad aspettarsi secondo la dottrina corrente. Nulla di questo è avvenuto; quelle nuove forme hanno avuto origine indipendente le une dalle altre e dalle primordiali, in tempi differenti e successivi.

La dimostrazione di questa mia affermazione mi viene offerta in un libro molto suggestivo del mio illustre amico Prof. Osborn, il quale tratta appunto la stessa materia della quale ora mi occupo, cioè dell'origine e dell'evoluzione della vita (1).

---

(1) *The origin and evolution of life.* New-York, 1917.

Osborn espone in un quadro (fig. 50), secondo sue idee ma seguendo la dottrina dell'evoluzione, l'origine e la radiazione di adattamento dei pesci. Il quadro comprende l'apparizione delle varie classi di pesci secondo l'epoca geologica e come derivazione da una supposta forma primordiale. Questa sarebbe di Cordati con pelle molle e delicata (*soft-skinned Chordates*), sui quali tornerò più avanti. Dai Cordati sarebbero derivati gli Ostracodermi e gli Artrodiri, corrispondenti ai nostri Placodermi, tutti estinti alla fine del devoniano senza discendenza. I Selaci avrebbero avuto principio nell'ordoviciano dagli stessi Cordati, e moltiplicandosi nelle epoche successive sopravvivono nel tempo presente. Nel carbonifero inferiore appariscono i primi Ganoidi, i primi Dipnoi e altre forme di Ganoidi detti Lobefinned Ganoid. I primitivi Teleostei e i primitivi Storioni appariscono nel giurassico. Tutti, secondo Osborn e la teoria dell'evoluzione, derivano dai Cordati supposti, che Osborn accompagna con un interrogativo perchè inesistenti.

L'esame del quadro che espone l'evoluzione dei pesci, ci rivela un fatto importante, ed è che queste differenti classi o tipi di pesci appariscono in vari tempi successivi, e quindi, secondo il nostro concetto già espresso, esso ci mostra la continua evoluzione della sostanza vivente nel creare forme nuove. In secondo luogo, se noi facciamo per poco astrazione dei supposti Cordati considerati come progenitori di tutte le forme

dei pesci, noi avremo subito l'origine indipendente di essi e in tempi successivi. Perchè è evidente che nessun evoluzionista può far derivare i Dipnoi e i Ganoidi dai Selaci e dagli Ostracodermi; e così si può dire delle altre forme: abbiamo cioè una molteplicità di forme d'origine indipendente come una vera poligenesi, quale noi affermiamo. Il famoso *Amphioxus*, le Ascidie e i Ciclostomi sono collocati nel quaternario, e quindi non hanno nulla a che fare con l'evoluzione; essi sono forme recenti nate certamente per evoluzione della sostanza vivente, forme inferiori, che non saranno soltanto le sole d'origine recente.

Veniamo ora ai supposti Cordati responsabili dell'origine di tutte le forme dei pesci, e osserviamo che forme simili e varie possono essere state prodotte varie volte e per ciascun tipo di pesce, ma come una forma larvale, da noi già ammessa nell'evoluzione di tutti gli animali marini; quindi non v'è motivo di supporne una sola che sia come unico progenitore di tutti i pesci estinti e viventi. Tante evoluzioni e tante forme larvali saranno state prodotte prima del raggiungimento dello stato completo in un tipo di pesce; la forma di Cordato può essere stata uno stadio di larva per il quale i pesci sono passati. Evoluzione continua, dunque, della sostanza vivente, nel corso dei periodi geologici, e creazione continua di forme animali marine, sembra che siano fatti da ritenersi non soltanto possibili, ma reali.

In questo primo tipo di vertebrati che chiamansi pesci, bisogna avvertire un fatto caratteristico, ed è che mentre gl'invertebrati fin dalla loro origine furono prodotti in tipi molteplici, come ci ha rivelato il cambriano, e questi tipi anche vari come stirpi fin dal principio; così i pesci non costituiscono unico tipo che in apparenza e che i sistematici denotano come una classe. Perchè bisogna osservare che malgrado essi appariscano un tipo, pure la diversità è così grande che devono considerarsi tipi molteplici e distinti e indipendenti per origine gli uni dagli altri.

Noi abbiamo veduto come, secondo Osborn, derivano queste varie forme, e come, secondo abbiamo ammesso noi, dovrebbero avere origine; se si elimina il supposto progenitore, che è soltanto una forma teorica, che non può generare forme così diverse fra loro, noi avremo quella serie di tipi di cui ora vorrei sostenere l'origine indipendente in varî periodi geologici. E come sopra ho detto, Osborn e altri non si attentano di mostrare che fra tali forme esistano relazioni di affinità; credono di stabilire una forma di progenitore con caratteri incipienti di vertebrato per dar modo di trovare in seguito lo sviluppo in differenti forme. Ora un Cordato, che sarebbe il tipo incipiente, non potrebbe dare che vertebrati d'un solo tipo e non quella grande varietà di tipi; a meno che esso non sia uno dei tipi incipienti dei vari tipi come una larva caratte-

ristica, esso non può avere esistenza reale. Come vedesi, l'ipotesi dell'evoluzione riposa su l'ipotesi di forme inesistenti.

Nei pesci vediamo confermato quel che abbiamo stabilito per gl'invertebrati, cioè, la persistenza della forma tipica attraverso i tempi geologici, e ciò contro la dottrina della trasformazione del tipo; vediamo egualmente confermato il fatto dell'origine a stirpe di ciascuna forma e della variazione primigenia, che è base della variazione posteriore e della moltiplicazione delle forme varie dello stesso tipo animale, sia tipo come classe, ovvero come genere e specie, non importa, perchè queste distinzioni sono necessarie quando si entra in determinazioni particolari. Un altro fatto viene confermato dall'analisi sui pesci, l'estinzione di alcune forme, o assoluta o parziale, e la permanenza di forme antichissime non modificate se non parzialmente, esempio i Selaci e altri.

Finora si è parlato di animali che vivono nelle acque e che noi riteniamo di origine marina; ma alcuni invertebrati e vertebrati nella classe pesci, sono anche vissuti nelle acque salmastre e dolci, di fiumi e di laghi e di paludi. Non vi ha dubbio, a parer mio, che questi animali di acque non marine siano di origine marina; e questo già mostra un fatto di cui finora non ho parlato, ed ha una grande importanza per altre classi di vertebrati che seguono a quella dei pesci.

I fenomeni geologici delle varie epoche che

costituiscono la storia della terra, hanno rivelato che varie volte i continenti hanno mutato, che vi sono state invasioni marine, che hanno inondato i continenti, hanno formato mari interni, o epicontinentali, vi sono state regressioni marine con elevazioni di montagne o di altopiani, quindi sono seguìti mutamenti delle spiagge e di corso dei fiumi, e formazioni di laghi e di lagune. Questi fenomeni non sono avvenuti una sola volta nei continenti, ma questi l'hanno subìto varie volte a grandissimi intervalli di tempo. Così è avvenuta la trasformazione fisiografica della terra, per la quale continenti si sono uniti, altri si sono separati con più o meno grandi spazi rispondenti a mari, stretti, mari interiori, oceani.

In questi rivolgimenti di terra e di mare e in queste nuove formazioni è naturale che gli animali che vivevano nelle acque marine, vertebrati e invertebrati, subissero gli effetti dei dislocamenti. I fossili che appartengono ad animali di origine marina, e che si trovano nei terreni di varie formazioni, sono un sicuro indizio se non una dimostrazione evidente del dislocamento di zone terrestri e marine, di trasgressioni e di regressioni, come di depositi che costituiscono le formazioni minerali e gli strati fossiliferi di varie epoche geologiche.

Pesci che per trasgressione marina sono entrati in mari intercontinentali sono rimasti pesci immutati nel tipo, come quando vivevano in mare pe-

lagico; nè abbiamo finora esempi di pesci che abbiano perduto i loro caratteri per acquistarne altri che ne trasformassero il tipo. Qualche modificazione dev'essere avvenuta per le condizioni differenti di pressione, di salinità e di altri fattori speciali che distinguono le acque marine pelagiche dalle acque epicontinentali, dalle lagunari e dalle fluviatili. Ma se la creazione delle forme animali non si è arrestata ai pesci per i vertebrati, ma è continuata alla produzione di nuove forme, queste nuove forme possono aver subìto le condizioni di vita che sono comuni alla vita nelle acque e a quella terrestre. Animali, cioè, che nella loro formazione sono stati sottoposti alla doppia natura di acquatica e terrestre, devono portare i caratteri e gli organi che li rendono adatti a questa varia esistenza: e questi sono gli anfibi.

Gli evoluzionisti, coerenti al concetto che la vita siasi manifestata sul nostro globo per una volta sola, non possono naturalmente vedere negli anfibi che una derivazione dai pesci per una tras. formazione e per adattamento al nuovo abitato di acqua e di terra insieme; e non concepiscono la venuta di un nuovo tipo animale, nato nelle nuove condizioni complicate di cui ho parlato; noi vi vediamo un nuovo tipo animale.

Per alcune impronte attribuite ad anfibio che Marsh denomina *Thinopus antiquus*, nel devoniano superiore di Pennsylvania, si rinvia a questo periodo geologico la prima apparizione degli an-

fibi; al devoniano anche si riferisce la comparsa dei loro progenitori, che, secondo Osborn e altri, sarebbero i Ganoidi, i quali sarebbero egualmente progenitori del *Thinopus* come batracio primitivo, e da questo gli Stegocefali (1). Gadow si accontenta di dire che non vi sia dubbio avere gli anfibi avuto progenitori simili a pesci (*fish-like*), e che essi hanno dato origine ai rettili (2). Invece Steinmann afferma che la storia primitiva dei quadrupedi non ci è ancora svelata, e questa espressione è nel cominciare a dire degli anfibi (3), perchè questi per la prima volta appariscono forniti dei quattro arti proprî dei quadrupedi, e da essi comincia la serie degli animali così costituiti; da essi comincia anche la separazione fra tipi puramente acquatici e tipi terrestri.

Gli Stegocefali sono i primi ad apparire e sembra che siano stati ritrovati in depositi carboniferi e devoniani di acqua dolce; devono essere nati, dunque, entro terra in acque continentali, e difficile dire se salmastre o dolci; ma questo non disturba la nostra concezione, perchè anche pesci sono stati scoperti in depositi di acque dolci e salmastre, e oggi ne vivono molti, come nei fiumi. In ogni caso questi animali non poterono avere origine che nelle acque, che noi

(1) Osborn, op. cit., pagg. 176-87, fig. 50.
(2) Gadow, *Amphibia and Reptiles*. London, 1901, p. 5.
(3) Steinmann, *Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre*. Leipzig, 1908, pag. 206.

consideriamo come la vera e originaria matrice della vita animale. A questi Stegocefali noi conferiamo, come alle varie forme tipiche dei pesci, un'origine indipendente senza progenitori e consideriamo le forme loro caratteristiche e differenti rispetto alle forme dei pesci, come un effetto della relazione stabilita, per mutamenti geologici, fra acqua e terra: la vita comincia, così, ad essere comune ai due diversi abitati, alle acque e ai continenti, e vi devono essere animali che devono incominciare a vivere non esclusivamente in un abitato fino a che la divisione divenga assoluta e così che si abbiano animali esclusivamente terrestri e altri acquatici; quelli della vita partecipante dell'uno e dell'altro abitato saranno ridotti al minimo, cioè un residuo soltanto, come ai giorni nostri.

L'anatomia comparata trova che gli Stegocefali non sono costituiti egualmente e con eguale sviluppo secondo le idee correnti di forme primitive o di forme sviluppate e complete; essi difatti si dividono in tre categorie: *Steg. Lepospondyli*, *Steg. Temnospondyli e Steg. Stereospondyli*, secondo la costituzione e la maggiore o minore ossificazione delle vertebre. Ma chi guardi bene, cranio e arti e tegumento non sono neppure del medesimo tipo nelle tre categorie; tutte mostrano una diversa conformazione, che le separa, e se sono unite sotto un solo titolo, ciò dipende per alcuni caratteri comuni o prossimi in somiglianza. Il fatto è degno di essere rilevato dal punto di

vista dell'evoluzione, che, secondo il maggior numero dei sostenitori, procede su unica linea e mostra la derivazione delle forme secondo lo sviluppo; mentre è notissimo che le tre categorie sono contemporanee: apparse nel carbonifero, si estendono e si sviluppano nel permiano fino al triassico. Ma anche le forme di ciascuna categoria non sono che simili fra loro, alcune presentano una gran diversità così spiccata che è strano che per qualche carattere soltanto vadano collocate in una stessa categoria.

La poligenesi di questi Stegocefali è evidente, e se avessero progenitori, come si ammette, questi dovrebbero essere anche molti e vari e in differente grado di sviluppo. Invece, come ho detto, è da pensare che essi siano d'origine indipendente, come i varî pesci, che non possono derivare da progenitori che non si trovano in nessun modo. Nessuna difficoltà a questo concetto noi crediamo si possa opporre, se si accetta l'origine indipendente dei pesci per quella evoluzione della vita che già abbiamo esposto per le origini molteplici delle forme animali nei varî tempi geologici.

Le forme che si considerano di Anfibi sono nate nelle stesse condizioni della sostanza vivente nelle acque, ma si sono sviluppate nelle basse acque, alternando, nelle loro funzioni, ora quelle che esigono le condizioni acquatiche, ora quelle terrestri, con il passaggio definitivo alla vita terrestre specialmente nelle successive forme che

ne sono derivate. Oggi noi conosciamo gli Anfibi come animali che iniziano la loro esistenza nell'acqua con organi adatti all'abitato acquatico, e raggiungono il pieno sviluppo con organi adatti alla vita terrestre, tipo gli Anuri.

Non mi vorrò intrattenere qui dello sviluppo delle altre forme di Anfibi venute dopo degli Stegocefali, perchè non scrivo un trattato; ma soltanto delineo le origini prime; e dico subito la loro intima relazione coi rettili, le cui prime forme sembrano essere contemporanee con gli Stegocefali. Vi è di più: *Eryops* e *Cricotus*, classificati negli Stegocefali, sono da alcuni (Gadow) considerati come Prorettili; questi, difatti, hanno caratteri che li avvicinano più ai rettili che agli anfibi. Forse i rettili sono una continuazione, per origine e per sviluppo, degli anfibi, ma più adatti alla vita terrestre, almeno alcune forme, mentre altre forme sono puramente marine; ma anche le terrestri dovevano vivere in condizioni speciali in terra, cioè in acque paludose o vere paludi, altri nei fiumi o sulle sponde marine: insomma un abitato il quale non fosse perfettamente di carattere terrestre come quello in cui vivono i mammiferi.

A seguire gli evoluzionisti, non vi sarebbe dubbio, almeno per la maggior parte, che i rettili derivassero dagli anfibi; come Osborn, il quale costruisce la genealogia dei rettili così: prevertebrati, primi pesci, primi anfibi, primi rettili, dai quali tutti gli altri tipi, che per evoluzione

avrebbero dato i successori specializzati (1). Non così altri. Gadow scrive dei *Chelonia* che l'origine è assolutamente sconosciuta; non si conoscono i progenitori dei *Dinosauria*, si sa soltanto che essi hanno affinità con i *Crocodilia*; dei *Pterosauria* non si conoscono le affinità neppure con gli uccelli; degli *Ichthyosauria* l'origine è sconosciuta. Potrei riferire giudizi analoghi del Broili (2). L'anatomia comparata può scoprire relazioni nei caratteri di questi tipi e forme, ma le differenze sono tali che non possono condurre all'unificazione cui si tende e peggio ancora all'unica origine con evoluzione su unica linea: questo concetto è ora assolutamente sorpassato, e bisogna piuttosto ritrovare la moltiplicità e organizzarla, secondo quanto abbiamo espresso, nella funzionalità, che, nei suoi fenomeni fondamentali, è unica e porta realmente all'unità, mentre le forme sono strumento di questa funzionalità e vi si adattano, donde le somiglianze morfologiche dei tipi più lontani fra loro.

I rettili, quindi, devono avere avuto origine poligenetica come tutte le altre forme animali di cui si è parlato, in seguito hanno moltiplicato le loro forme per variazione e con processi identici a quelli di tutti i viventi fin dalle origini della vita. Nulla di nuovo in questo fin qui se non sia

---

(1) Op. cit., pag. 193, fig. 72.
(2) In Zittel, *Grundzüge der Paläontologie*, 2ª ediz.

la creazione di nuove forme animali, dovute naturalmente a condizioni di abitato duplice, marino, lacustre, fluviatile, in genere acquatico, e terrestre insieme: le forme della vita dovevano adattarsi al doppio abitato, presso a poco come avveniva per gli anfibi. Gli alberi genealogici non possono avere valore almeno come espressione di origine e di discendenza, ne possono avere qualcuno come espressione morfologica secondo i concetti derivati dalla dottrina dell'evoluzione. Però bisogna tenere in mente che forme così dette indifferenziate non possono esistere, perchè ogni forma è completa per la sua esistenza e per le sue funzioni, qualunque sia il suo grado di sviluppo nei suoi caratteri particolari; come non esistono forme di transizione fra gli esseri di differente grado, e soltanto in apparenza sembrano tali; perchè una forma di transizione sarebbe una forma incompleta, e ciò non è concepibile per la sua esistenza e per la sua discendenza. Come per i rettili, abbiamo già veduto che gli anfibi di varia forma e di vario sviluppo in alcuni caratteri sono contemporanei e quindi non derivati gli uni dagli altri, e perciò in sè medesimi completi. Ma anfibi e rettili mostrano ancora, nelle loro forme venute successivamente nei varî periodi geologici, l'evoluzione organica non già nel significato acquisito fino ad ora, dalla derivazione l'uno dall'altro tipo, ma dalla sostanza organica che si è andata organizzando successivamente nei tempi geologici e in milioni di anni

in forme sempre più complesse e sviluppate organicamente secondo l'abitato e per la conservazione e per l'eternità della vita.

Ma i rettili presentano alcuni fatti nuovi che bisogna prendere in considerazione; questi fatti si riferiscono a nuovi mezzi per dare la discendenza, quasi nuove funzioni aggiunte alle precedenti, dato il nuovo abitato che entra come condizione allo sviluppo e alla conservazione della vita. I pesci e gli anfibi depositano le loro uova nel mezzo acquatico, e colà queste si sviluppano; e nello sviluppo formano un sacco vitellino, ma i rettili, gli uccelli e i mammiferi hanno, oltre al sacco vitellino, nuovi annessi embrionali, che sono l'amnio, la membrana sierosa e l'allantoide. Questi annessi hanno un valore e un significato grandissimi per il fatto che mostrano il passaggio dalla vita acquatica alla terrestre. Per dire qui dell'amnio soltanto, esso contiene un liquido sieroso simile al siero sanguigno molto diluito, avente cloruro di sodio e di potassio, fosfati terrosi, albumina, nei mammiferi, e nei rettili e negli uccelli liquido analogo a quello dei mammiferi; se vi sono differenze, sono soltanto di quantità degli elementi in soluzione. Il fatto è che l'embrione dei rettili, uccelli e mammiferi sviluppandosi fuori dall'acqua, deve trovarsi in un mezzo acquatico per la sua evoluzione, senza del quale sarebbe impossibile questa evoluzione; e questo mezzo acquatico è formato dal siero amniotico, il quale contiene alcuni elementi, almeno, del mare,

fra i quali il cloruro di sodio. E questo fatto mostra una volta di più ancora l'origine marina della vita e della sua evoluzione. I rettili depositano le loro uova fuori dell'acqua, e quindi da loro comincia ad osservarsi la formazione dell'amnio come mezzo naturale secondario allo svolgimento della vita nella discendenza, così che essi costituiscono il passaggio graduale dalla vita animale acquatica e originaria a quella terrestre venuta dopo per la penetrazione e la mescolanza, come abitato, dell'acqua con la terraferma.

XI.

Sommario: L'origine marina della vita e gli elementi in soluzione nelle acque oceaniche. Continuità di tutte le forme animali inferiori e superiori. Obbiezione di Darwin sulla stabilità delle forme inferiori e risposta non soddisfacente. La vita non apparve sul globo per una sola volta e per condizioni eccezionali.

La mia convinzione che la vita avesse avuto origine nelle acque marine, deriva da alcuni altri dati di fatto che io voglio ricordare.

Prima di tutto i primi esseri viventi sono stati indubbiamente animali marini, e quelli che finora ha dato il precambriano, e quelli tutti del cambriano sono animali nati e sviluppati negli oceani; di animali terrestri prima o contemporanei degli acquatici marini, non si ha affatto indizio. Basterebbe soltanto questo fatto incontrastabile ad affermare l'origine marina della vita animale.

Sebbene gli elementi chimici della sostanza viva si trovino nelle roccie e nel mare, pure è da avvertire che nelle roccie sono questi elementi fissati come costituenti determinati delle varie

roccie, in forma e composizione varia, fra cui la cristallina, mentre nelle acque marine sono in soluzione e possono liberamente combinarsi e scomporsi, e quindi anche possono costituire nuove forme e nuove combinazioni chimiche, varie e differenti. Ora la sostanza vivente che può essere formata o già essere stata formata nelle acque marine, non potrebbe essere se non in uno stato colloidale, che è uno stato in antitesi con quello cristallino e fisso e stabile. La sostanza albuminoide di qualsiasi composizione è sempre in forma e stato colloidale, e quindi non può essere formata se non nelle acque, giammai in terraferma allo stato solido. Quindi, se noi ammettiamo il passaggio della sostanza non-vivente alla vivente per evoluzione della medesima, siamo costretti ad ammettere anche le condizioni per le quali questa evoluzione possa avvenire; e queste condizioni primarie sono che gli elementi chimici esistano in dissoluzione nel liquido, e abbiano la possibilità di comporsi nelle combinazioni atte alla vita. Il mare ci presenta queste condizioni indispensabili.

È noto che gli elementi indispensabili alla vita sono, ossigeno, idrogeno, carbonio, nitrogeno, ma non bastano alla complessa organizzazione animale, se altri elementi non vi si uniscono; e se soltanto si esaminano gli elementi chimici che entrano nella composizione del siero sanguigno, si troverà che tali elementi si trovano nelle acque marine. Tali sono il sodio, il magnesio,

il calcio, il potassio, e poi clorina, solfo tetrossido, bromino e fosforo in composizione. Ma inoltre altri elementi si conoscono esistenti nel mare che servono alla vita animale, fra cui la silice, il ferro, il manganese, puri o in composizione col carbonio. Le analisi fatte in molte parti e da molti chimici di acque marine hanno potuto determinare la quantità proporzionale degli elementi in soluzione, e che sono anche variabili secondo i mari chiusi o pelagici principalmente, poichè molti elementi vengono trasportati dai fiumi, essendo stati già allo stato di soluzione quelli che compongono le roccie (1). Dalle varie analisi e dagli studi relativi ai diversi mari si apprende anche che alcuni sali che si trovano in soluzione negli oceani sono aumentati dai tempi geologici per il fatto delle erosioni terrestri e dei trasporti delle acque fluviatili. Ciò suggerisce ancora un'idea utile al concetto che noi abbiamo già posto come origine della vita nei mari, cioè a dire che le sostanze sono continuamente andate aumentando, e questo aumento può considerarsi utile ed effettivo all'aumento della vita, come è avvenuto dal cambriano in poi, non soltanto in quantità, ma anche in forme nuove.

---

(1) Per una idea completa ed esatta basta confr. CLARKE FR. W., *The data of Geochemistry*, 3ª ed., 1916, " U. S. Geological Survey ", Bull. 616. Washington.

Ma un altro fatto che non ammette dubbi di sorta, dell'origine marina della vita animale, è che non soltanto alle prime manifestazioni di questa si ebbero esseri viventi marini, e furono le varie forme d'invertebrati, ma nei tempi successivi, quando apparvero i primi vertebrati con le varie forme di pesci e in seguito di anfibi e di rettili, cioè a dire per una serie di periodi e di epoche geologiche, per tutto il paleozoico e può dirsi per tutto il mesozoico, fatta eccezione dell'ultimo periodo. Che se dopo le prime apparizioni dei vertebrati marini ne vennero di acque salmastre e anche di acque dolci, non muta nulla al nostro concetto fondamentale, perchè molte forme marine passarono nell'interno dei continenti per quei mutamenti geologici a tutti noti, per i quali si formavano mari intercontinentali e laghi e lagune, dove parte della vita marina si trasferiva.

La stessa cosa può dirsi degli anfibi e dei rettili, la cui origine è senza dubbio marina, e in seguito divenne di carattere duplice per effetto della invasione o delle acque nei continenti, o dell'innalzamento delle terre, o dalla migrazione di animali da un abitato all'altro, dati i mutamenti fisiografici.

Dall'apparizione degli anfibi e dei rettili la vita animale comincia ad essere marina, o meglio acquatica e terrestre insieme, e quindi incomincia un gran mutamento rispetto al tempo anteriore, nel quale la vita era esclusivamente

marina. Un nuovo mutamento e molto più caratteristico si produce con la comparsa dei mammiferi.

Prima di occuparci del problema dell'origine dei mammiferi, è necessario uno sguardo retrospettivo sulle forme animali che precedono questa nuova apparizione.

Noi abbiamo affermato come un fatto che i tipi animali non sono stati trasformati in altri e differenti tipi, come è ammesso per la dottrina dell'evoluzione. Abbiamo ammesso che i tipi animali sorti improvvisamente in date epoche geologiche non hanno perduto i loro caratteri tipici, pur variando e formando varie e numerose categorie, come generi, specie. Ma bisogna anche intenderci per quel che ho voluto significare per tipo, parola generica per indicare forme animali come crostacei, molluschi, celenterati e così via. Se però ricordiamo che di molluschi esistono varie forme, come Gastropoda, Lamellibranchiata, Cephalopoda, e altri, noi potremo dire anche ciascuno di questi essere tipico, perchè nessun Cefalopodo si trasformerà in Gastropodo o Lamellibranchiato. Saranno dei sottotipi? In sostanza io ho voluto dire che una forma animale già stabilita e fissata non si trasforma in altra, e questa ho denominato tipo. In tal caso vi sarebbero molti tipi d'un tipo più generale, p. e. molluschi. Ciò ho voluto esplicare per non essere male e inesattamente interpretato.

Come abbiamo veduto, quegli animali marini

invertebrati sono apparsi improvvisamente contro il concetto di Darwin, che rinviava indietro l'origine e l'evoluzione, e come lui tutti gli altri evoluzionisti. Noi invece abbiamo ammesso che l'origine e l'evoluzione delle forme sono state lentissime e non per trasformazione di esseri unicellulari, i quali alla loro volta hanno avuto la loro origine e la loro evoluzione speciale. L'improvvisa apparizione si deve al fatto che gli animali appariscono quando già hanno raggiunto la loro piena forma, e non si manifestano mentre sono nell'origine e nella formazione.

Questo concetto abbiamo egualmente espresso per altre forme animali, ancorchè superiori, o considerate superiori, come sono i vertebrati, pesci, anfibi, rettili. Le forme originate non si sono trasformate in altre di tipo differente; i tipi, nel senso sopra espresso, sono rimasti immutati. Ma come anche abbiamo dimostrato, le variazioni sono avvenute; e di queste abbiamo distinto variazioni primarie o quelle dovute al nascere delle forme multiple, poligenesi, e quelle susseguenti dovute allo sviluppo delle prime e ad altre cause. Così dunque come per gl'invertebrati, anche per quei vertebrati di cui già parlammo avanti. La finale induzione di questi fatti è che i vertebrati non sono discendenti dagl'invertebrati, gli uni e gli altri sono nati e sviluppati separatamente, e ciò anche contro la teoria corrente. Nè le tre forme dei vertebrati hanno relazioni di genitori o progenitori o discendenti fra

loro, come generalmente si ammette: anfibi e rettili, cioè, non discendono dai pesci.

Questa nostra interpretazione dei fatti esplica perchè dall'origine finora, dal cambriano, cioè, continuano a vivere quelle forme che ebbero origine; dei tipi secondari di ogni forma generale sono periti nel corso dei tempi geologici, nuove variazioni si sono prodotte. Ciò vale per ogni forma animale.

E qui un'obbiezione che si fa Darwin alla sua teoria, obbiezione cui egli crede facilmente rispondere. Egli ammise che gli animali aumentano la loro organizzazione dai più remoti periodi geologici, cioè da forme semplici divengono gradatamente più complesse come dall'infimo invertebrato al più elevato in organizzazione, e in seguito ai vertebrati, i quali alla loro volta s'innalzano a organismi più complessi: è l'evoluzione continua, come già intese Darwin, Haeckel e tutti i naturalisti con loro. Qui viene l'obbiezione, che io riferisco traducendo:

« Ma potrebbe obbiettarsi che, se tutti gli esseri organici tendono a innalzarsi nella scala, com'è che in tutto il mondo una moltitudine di forme inferiori esiste ancora; e come avviene che in ciascuna grande classe si trovano forme che sono molto più sviluppate di altre? Perchè le forme più altamente sviluppate non hanno dapertutto soppiantato ed esterminato le più basse? Lamarck, il quale credeva in una tendenza innata e inevitabile verso la perfezione in tutti gli esseri orga-

nici, sembra che egli abbia sentito così fortemente questa difficoltà, da essere indotto a supporre che nuove e semplici forme sono continuamente prodotte per generazione spontanea (1). La scienza non ha ancora provato la verità di questa opinione, qualunque cosa il futuro possa rivelare. L'esistenza continuata di organismi inferiori non offre difficoltà alcuna alla nostra teoria; perchè la scelta naturale, o la sopravvivenza del più adatto, non include necessariamente sviluppo progressivo, — ciò soltanto apporta vantaggi di quelle variazioni che nascono e che sono utili a ciascun essere sotto le sue complesse relazioni di vita.

« E si potrebbe chiedere quale vantaggio, per quanto possiamo vedere, verrebbe ad un animalunculo infusorio, a un verme intestinale, o anche a un verme di terra, ad essere altamente organizzato. Se non vi fosse vantaggio, queste forme sarebbero lasciate, per scelta naturale, imperfette

---

(1) LAMARCK così si esprime: " ..... dans sa marche, la nature a commencé, et recommence encore tous les jours, par former les corps organisés les plus simples et elle ne forme directement que ceux-là, c'est-à-dire ces premières ébauches de l'organisation, qu'on a désignées par l'expression de générations spontanées „ (*Philosophie Zoologique*, pag. 46. Paris, Reinwald, ed. recente). Noi non crediamo affatto che gl'invertebrati siano veramente così bassi da meritare il nome di abbozzi dell'organizzazione. Vi sono organismi, in questi invertebrati, mirabili e complessi altamente.

o poco perfezionate, e potrebbero rimanere per tempo indefinito nella loro bassa condizione presente. E la geologia ci dice che alcune di queste forme inferiori, come gl'infusori e i rizopodi, sono rimaste per un enorme periodo quasi come allo stato presente. Ma supporre che moltissime di queste basse forme ora esistenti non hanno almeno progredito dall'origine della vita, sarebbe estremamente arbitrario; perchè ogni naturalista che ha dissicato alcuni di questi esseri collocati nel più basso grado della scala animale, deve essere stato sorpreso per la loro organizzazione realmente mirabile e bella.

« Presso a poco le stesse considerazioni sono applicabili, se noi guardiamo ai gradi differenti di organizzazione nel medesimo gruppo; per esempio, nei vertebrati, alla coesistenza dei mammiferi coi pesci — fra i mammiferi alla coesistenza dell'uomo con l'ornitorinco — fra i pesci alla coesistenza dei selaci con l'amphioxus, il quale ultimo nell'estrema semplicità delle sue strutture si avvicina agli invertebrati. Ma mammiferi e pesci difficilmente entrano in competizione l'un l'altro; il progresso dell'intera classe dei mammiferi, o di alcuni loro membri, al grado più elevato, non porterebbe a loro di prendere il posto di pesci. I fisiologi credono che il cervello debba essere irrigato da sangue caldo per essere attivo in modo elevato, e ciò domanda respirazione aerea, così che i mammiferi di sangue caldo dimorando nell'acqua soggiaciono ad uno svan-

taggio dovendo continuamente venire alla superficie per respirare. Per ciò che riguarda i pesci, membri dei selaci non tarderebbero a soppiantare l'amphioxus, perchè questo, come io so da Fritz Müller, ha per unico compagno e competitore sulle deserte spiagge sabbiose del Brasile meridionale un anellide anomalo. I tre più bassi ordini di mammiferi, cioè marsupiali, sdentati e rodenti, coesistono nell'America meridionale nella stessa regione con numerose scimmie, e probabilmente hanno poco a contendere fra loro. Benchè l'organizzazione, nella totalità, può aver progredito e ancora progredirà nel mondo, tuttavia la scala presenterà sempre molte gradazioni di perfezione; perchè il grande progresso di alcune intere classi, o di alcuni membri di ciascuna classe, non necessariamente porta all'estinzione di quei gruppi coi quali essi non entrano in lotta. In alcuni casi, forme di organizzazione inferiori sembra che siano preservati fin oggi perchè abitano stazioni ristrette o particolari, dove esse sono sottomesse a lotta meno aspra, e dove il loro numero scarso ha ritardato la probabilità di raggiungere variazioni favorevoli » (1).

Veramente mi pare che Darwin non risponda categoricamente all'obbiezione che egli medesimo si è fatta; perchè nella prima parte in cui parla di animali inferiori che non avrebbero alcun van-

(1) *The origin of Species*. London, ed. 1880, pagg. 98-99.

taggio, se si perfezionassero, non v'è la risposta alla domanda: come avviene che in tutto il mondo esiste ancora una moltitudine di forme inferiori? — Se le forme inferiori sono gradi di forme superiori, o che vanno a diventare superiori, secondo la teoria evoluzionista, esse dovrebbero essere temporanee, transitorie, invece tipicamente vivono da milioni di anni e dal primo apparire della vita sulla terra. Quindi il concetto teorico della scelta naturale o della sopravvivenza del più adatto, non ha nulla a che fare qui; questo concetto potrebbe valere soltanto per un gruppo limitato come specie o al più come genere, perchè nello stesso gruppo è il fenomeno della scelta, non fra tutti i gruppi insieme. Quindi anche, quando Darwin dà una risposta a parte per i gruppi come classi, vertebrati, e afferma che non esiste lotta fra l'uomo e l'ornitorinco, fra selaci e l'amphioxus, e quindi non vi sarebbe la probabilità di progresso per le forme inferiori. Con ciò Darwin non risponde alla vera obbiezione e che in sostanza sarebbe la seguente: perchè un numero indefinito di animali considerati come inferiori si sono fermati al posto che occupano nella scala animale e non abbiano raggiunto forme superiori? Perchè i selaci sono ancora selaci fin dall'epoca di loro apparizione, mentre hanno enormemente variato con la produzione di un numero considerevole di forme, che pur conservano i caratteri del tipo cui appartengono? Questa obbiezione è quella che offre la maggiore

difficoltà alla teoria di Darwin, e quindi credo che egli s'inganni, quando afferma che l'esistenza continuata di organismi inferiori non offre difficoltà alla sua teoria; credo invece che questa sia così grave come l'altra che egli dichiarava fatale alla teoria dell'evoluzione, cioè dell'apparizione subitanea di specie all'origine della vita. Lamark aveva perfettamente compreso il valore del problema e credeva di risolverlo affermando che gli esseri inferiori siano abbozzi organici che la natura produce sempre come per generazione spontanea.

Ma Darwin a ciò che ha detto aggiunge: « Infine io credo che molte forme organizzate in modo inferiore ora esistono per tutto il mondo per varie cause. In alcuni casi le variazioni e differenze individuali di una natura favorevole possono sempre aver avuto origine per scelta naturale e agire in conseguenza e accumularsi. In nessun caso, probabilmente, vi è stato tempo sufficiente per un ulteriore e maggiore possibile aumento di sviluppo. In alcuni pochi casi vi è stato ciò che dobbiamo chiamare retrogressione di organizzazione. Ma la causa principale sta nel fatto che sotto condizioni di vita molto semplici un'organizzazione elevata non sarebbe di utilità, possibilmente sarebbe di reale svantaggio, perchè di natura molto più delicata e più sottoposta all'estinzione e al danno » (1). Come vedesi, in

(1) Op. cit., pagg. 99-100.

queste ultime ragioni addotte dal Darwin non sembra che una risposta adeguata egli abbia data; sono semplici espedienti che nascondono il grave stato del problema.

Secondo il concetto dell'evoluzione e di progresso di forme, come generalmente s'intende, le forme inferiori avrebbero dovuto elevarsi gradatamente a forme superiori, e quelle non elevate avrebbero dovuto perire. Ma questo non avviene e di fatto sta che le forme tutte rimangono tali tipicamente come hanno avuto origine o meglio come sono apparse nella loro forma completa; soltanto sono divenute varie nel loro stesso àmbito senza subire trasformazione alcuna verso altri tipi.

Questo fatto noi vediamo ripetersi eternamente (si permetta la parola) per milioni di anni tanto per gli organismi invertebrati, quanto per quei vertebrati che comprendono le tre classi di cui ho parlato, pesci, anfibi, rettili. Se questo è il fatto, nessuna teoria, per ingegnosa che sia, potrà rovesciare mai; e aggiungo che tutta la scienza analitica e sintetica compresa nella morfologia in genere e nell'anatomia comparata in modo particolare, non ha potuto finora dimostrare in modo decisivo le trasformazioni tipiche supposte, cioè l'origine delle forme le une dalle altre. Invece, la scienza sperimentale che vuol trattare dell'origine delle specie, ha soltanto potuto mostrare che le variazioni specifiche e anche le generiche si producono nel cerchio chiuso di

un tipo determinato e non mai escono da esso per produrre un tipo nuovo e differente. Anche questo è fatto incontrastabile benchè male interpretato.

Io dichiaro di esser dolente di trovarmi in così piena opposizione col grande naturalista inglese; ma la verità, secondo la concepisco, deve aver la preferenza; dichiaro anche che senza Darwin la biologia e l'investigazione dell'origine e dell'evoluzione della vita non sarebbero progredite; ma il progresso ha le sue stazioni, che vengono successivamente sorpassate.

Molte volte noi abbiamo manifestato in questo lavoro nostro che non per una sola volta dalle origini della vita vi sia stata produzione di esseri viventi definiti, ma varie volte o meglio continuamente. Così che abbiamo affermato che le apparizioni dei vari e molteplici tipi animali in differenti periodi geologici mostrano la continuità della creazione animale e insieme l'evoluzione progressiva delle forme. Abbiamo anche affermato che l'apparizione improvvisa degl'invertebrati nel precambriano e nel cambriano, dei primi vertebrati nell'ordoviciano, nel siluriano e nel devoniano, e in seguito degli anfibi e dei rettili non implica che tali forme animali siano state formate saltuariamente e in un momento, ma che invece la loro formazione è stata lentissima e in tempo non calcolabile; quando le forme di questi esseri animali avevano raggiunto il loro stato completo, sono apparsi. Quindi essi

cominciarono a formarsi molto tempo innanzi alla loro comparsa.

Il concetto dominante in biologia e nella teoria dell'evoluzione è, invece, che in una sola volta e per una volta soltanto la sostanza viva è apparsa e ha cominciato la sua evoluzione, lenta, secondo Darwin, producendo successivamente le forme animali dalle inferiori alle superiori. Dopo l'unica volta, che si direbbe creatrice della vita, non v'è stata altra creazione. Ciò è un corollario d'un altro concetto dominante, che la vita sul nostro globo è stata prodotta per una condizione straordinaria, eccezionale, sulla terra, anche data la teoria su la formazione del nostro pianeta insieme alle cognizioni incomplete degli strati superficiali di questo, e come gli studi geologici ce li avevano offerti.

Quando ho trattato di alcuni preliminari geologici che dovevano servire alla ricerca delle origini della vita, ho riferito alcuni fatti importanti rivelati principalmente dalle osservazioni sul cosidetto shield del Canada; e la rivelazione è che quel periodo primitivo lo si riferisce alla base su cui poggiano le stratificazioni dei periodi successivi, e in generale denominato precambriano secondo la sua più ampia estensione, mostra stratificazioni e sedimenti di formazione acquea; così che il Coleman si chiedeva: « Se acqua esisteva ai tempi primitivi, perchè non esseri viventi? ». E aggiungeva: « La modernità delle roccie sedimentarie del Sudburian è l'im-

pressione più sorprendente che lascia in noi; e vi è poco a dubitare che piante ed animali esistessero, benchè manchi di essi una prova positiva..... Si può difficilmente dubitare che l'acqua esistesse sulla terra come un liquido anche allo stadio più primitivo noto alla geologia; e la supposta corteccia originale dovuta alla superficie raffreddata di un globo in fusione è svanita dalla successione geologica conosciuta ». E ancora più chiaramente: « Eccetto per l'assenza di fossili e per la presenza usuale d'un volume considerevole di materiali metamorfici, le roccie sedimentarie del Sudburian rassomigliano in tutto ai sedimenti recenti. Non si trovano forme speciali che richiedano l'azione di cause differenti da quelle che operarono nel paleozoico e in tempi recenti. Al contrario ogni tipo di roccia ha la sua corrispondenza in età posteriori; dove le roccie posteriori hanno subìto forze dinamiche o sono state penetrate da grandi masse eruttive, come in varie regioni montane, anche i caratteri metamorfici sono quelli ripetuti negli scisti paleozoici.

« La modernità delle varie roccie sedimentarie del Sudburian, se gli effetti dovuti alla formazione delle montagne e all'eruzione del granito sono ammessi, lascia in noi un'impressione che sorprende. L'atmosfera dev'essere stata simile a quella dei tempi posteriori in valore e composizione; l'acqua agiva allora come ora; gli estremi del caldo e del freddo sembra siano

stati normali; benchè non si abbia alcuna prova, animali e piante devono avere esistito. Il mondo era completamente organizzato secondo le linee che d'allora seguirono. Non vi è alcuna idea di condizioni primitive radicalmente differenti da quelle che prevalsero in seguito, e nessuna prova esiste che l'interno calore della terra fosse maggiore di quello presente » (1). Adams, parlando delle roccie del Keewatin nel Laurenziano, trova che sono penetrate da sedimenti; parla anche di trasgressioni marine e delle loro conseguenze (2).

Da quanto ho riferito si rileva che le condizioni climatiche e meteorologiche in genere del precambriano e anche del periodo più antico dovevano essere come in altri periodi geologici venuti dopo; e quindi nulla quelle presentano di eccezionale rispetto alle epoche seguenti e così da dar loro il carattere speciale e privilegiato per l'origine della vita. Ciò è corroborato da altri fatti di cui dirò qualche parola.

Le superiori condizioni ricordate non potevano essere costanti in tutta l'epoca precambriana, e non erano affatto da quanto si è venuto a scoprire da osservazioni geologiche. Fu già avvertito il fatto di varie trasgressioni marine in quella stessa epoca; ma tali trasgressioni sono avve-

---

(1) Vedi sopra, pagg. 8-9.
(2) Ib.

nute molte volte anche nelle epoche successive; e insieme a questo avvenimento è ancora a ricordare l'origine delle montagne che fu un fenomeno di grande importanza non soltanto per la fisiografia terrestre, ma pure per i grandi mutamenti climatici, per la formazione delle valli e del corso dei fiumi, come dei continenti. A questi fenomeni si devono aggiungere il vulcanismo, le eruzioni, i metamorfismi, che sono stati comuni a quasi tutte le epoche geologiche, e quindi non costituiscono condizioni straordinarie per un solo periodo della storia della terra.

Inoltre altri fenomeni sono ora conosciuti che già si attribuivano ad una sola epoca geologica, nella quale erano stati segnalati e diligentemente studiati, cioè quelli caratteristici della glaciazione attribuiti all'epoca quaternaria soltanto, avvenuti in vari periodi con gl'intervalli interglaciali. Ora è invece accertato che questo grande fenomeno, di cui è difficile indagare le cause, è avvenuto egualmente nel precambriano, e in seguito nell'intervallo fra siluriano e devoniano, nel permiano, e fra il triassico e il giurassico, infine nel plistocene, molto probabilmente anche prima, nel terziario cioè, ma con minore intensità. Sembra accertato che i fenomeni glaciali del permiano siano stati molto estesi, come risulta dai segni rivelatori, cioè dalla tillite, blocchi erratici, che sono stati ritrovati nelle due Americhe, nell'Africa meridionale e in altra sua regione, nella peni-

sola indiana, nell'Australia, e in altri luoghi, di Europa e d'Asia (1).

Questi vasti fenomeni che hanno apportato enormi mutamenti sulla terra dovevano, naturalmente esercitare influenza sopra la fauna e la flora esistente nelle varie epoche; ma non di questo io voglio occuparmi, qui il fine di avere accennato a questi fatti è ben altro, cioè di far comprendere che nessuna condizione eccezionale esistesse all'origine della vita per considerarla come causa di questa e per una sola volta, come si suole affermare. Come già ho detto, i fenomeni di cui ho detto sono di ogni epoca della storia terrestre e non di una sola, tanto meno della più antica, dove avrebbe dovuto trovarsi quella eccezionale condizione creatrice della vita. Questa, quindi, sembra aver avuto principio con la formazione organizzata del nostro pianeta nei mari e nella terraferma, per quella evoluzione della materia che si è organizzata in varie forme nel tempo e nello spazio, sulla terra e nei mari; e che ha continuato la sua evoluzione senza interruzione finora, e forse continuerà nell'avvenire come tutta la evoluzione cosmica.

Le varie fasi che hanno contribuito ai grandi mutamenti terrestri, hanno minor valore per

---

(1) SCHUCHERT, *Climates of geologic times*, "Annual Report of Smiths. Institution for 1914". Washington, 1915. Contiene una chiara esposizione della paleometeorologia. Cfr. OSBORN, op. cit.

quanto si riferisce ai mari, agli oceani sopratutto; perchè i mari subiscono meno i mutamenti di clima, e possono nel passato aver mutato di ampiezza e di profondità verso le spiaggie, ma gli oceani di grande profondità meno che mai hanno avuto mutamenti apprezzabili. Quindi da tale aspetto, da quando è avvenuta la formazione del globo terracqueo, nei mari tutti gli avvenimenti eccezionali, che pure sembrano essere stati periodici, che hanno mutato i continenti e prodotti i fenomeni glaciali, non han potuto produrre grandi mutamenti di clima. Sembra che mutamenti siano avvenuti nella salinità delle acque marine e nella quantità di elementi chimici in soluzione che abbiano aumentato il valore e il quantitativo di tutti i componenti minerali degli oceani, per mezzo dei trasporti dei fiumi che portano i detriti delle roccie sotto ogni forma. Questo fatto sarebbe di grande importanza per la vita animale marina e che abbia avuto nel mare la sua origine, perchè l'aumentata quantità dei carbonati vari, di calcio, di magnesio, di sodio e di altri numerosi elementi deve avere contribuito alla formazione continua e alle forme più complesse della vita. In ogni caso nessuna condizione eccezionale e per una sola volta si può segnalare e sui continenti e nel mare, che abbia potuto essere causa della origine della vita animale.

Dalla origine e successione delle forme, di cui finora ho parlato, risulta indubitabilmente che

la formazione degli esseri viventi è stata continua con continua evoluzione. Così la vita è perenne e non è un fenomeno eccezionale o d'un primo momento nella primitiva formazione del nostro pianeta. Le condizioni in cui vivono e si moltiplicano gli esseri viventi, mostrano di essere le naturali e costanti fino ad alcuni limiti, cioè le originarie come le successive e le presenti; così nulla sembra esser mutato per questi esseri e la loro esistenza continua fin dal loro prodursi. Che se la vita fosse stata effetto di cause eccezionali, non avrebbe potuto continuare ad esistere e svilupparsi nelle condizioni naturali in cui ora si trova, e in cui si è trovata in tutti i tempi.

Comprendo che ci vorrebbero prove dirette della continuità creatrice come io la concepisco; ciò certamente non è facile, ma sarebbe meno difficile la prova, se l'evoluzione della vita nelle sue forme s'intendesse nel modo da noi esposto e gli esseri viventi che oggi si esaminano e che vengono dai fondi marini si studiassero sotto questo aspetto, cioè non soltanto come prodotti tutti già per una sola volta, ma in vari tempi in condizioni simili. Io devo dire di essere stato sorpreso della scoperta di viventi molto inferiori, come se fossero alle origini di loro formazione, e che Haeckel denomina Gastreadi del tempo presente; cioè forme di Gastrea, che è una formazione incipiente di animale pluricellulare, e per la quale forma passano tutti transitoriamente.

Ora queste forme non possono essere che recenti e non si riferiscono a forme note e già classificate, e debbono quindi essere di origine recente cioè del tempo presente. Quante di tali forme sono ignote e sfuggite all'osservazione del biologo, e quante altre più complesse e più sviluppate sono sconosciute!

La vita animale ha qualche analogia con la formazione stellare e planetare, con i sistemi vari che vanno continuamente a conoscersi, cioè a dire, la formazione siderale, per dirla in unica parola, è continua dal tempo indefinito della condensazione della materia cosmica. Così la vita è apparsa quando gli elementi in soluzione nei mari si composero così a formare i viventi, ed è continua finora.

XII.

Sommario: Origine dei mammiferi. Teoria anfibiana e teoria rettiliana. Opinioni di Huxley, Kingsley, Gadow, Osborn, Seely, Marsh, Gregory, Steinmann. Discussioni.

Volere investigare l'origine dei mammiferi non è facile impresa, forse questo è il problema più arduo per la teoria dell'evoluzione, e soltanto può mettersi a pari con quello dell'origine dei vertebrati o quasi. La dottrina corrente dell'evoluzione vuole vedere nei mammiferi i discendenti dalle forme animali che li hanno preceduti, il gruppo anfibio-rettili. La successione geologica che coincide quasi con la cronologica nell'apparizione delle varie forme animali, porta naturalmente al concetto che vi sia stata un'evoluzione da una forma all'altra per mezzo di trasformazioni morfologiche, e che in tali trasformazioni e nella successione siano rimasti i segni caratteristici della derivazione, cioè a dire i caratteri che sarebbero comuni a progenitori e discendenti con modificazioni di adattamento. Quindi il lavoro difficile e persistente alla ricerca di questi carat-

teri, la possibile identificazione, quando questi non appaiano evidenti, l'interpretazione dei mutamenti, quando questi sembrano avvenuti, sono stati e sono tuttora lo studio più analitico e più intenso che sia stato mai fatto da biologi.

Io non intendo rifare questo studio, mi mancano i mezzi che sono i materiali occorrenti; ma anche esso sarebbe fuori del mio scopo in queste mie ricerche di fatti e di induzioni che ne derivano. Quindi mi limiterò a ricordare alcuni argomenti che servono a scoprire e a stabilire le relazioni che si suppone che esistano fra i mammiferi e i loro supposti progenitori, i quali sarebbero, secondo le opinioni che si contrastano, o gli anfibi ovvero i rettili.

Le ricerche e le osservazioni sono e sui viventi delle due classi di vertebrati e sui fossili che principalmente hanno dato l'occasione propizia allo studio. Sui caratteri esterni che sono così differenti nei mammiferi e negli anfibi e rettili, molto si è discusso e molte ipotesi si sono avanzate per dare una spiegazione possibile di questa grande differenza nella supposta derivazione e discendenza dei mammiferi da quegli esseri così diversi; ma praticamente lo studio è stato più intensificato e direi anche più fruttuoso nelle analisi scheletriche e sui viventi anfibi e rettili e sui fossili in comparazione con i più primitivi mammiferi. Dello scheletro, poi, il cranio è stato oggetto di maggiore studio e di analisi, anche perchè di questa parte scheletrica più

abbondano i documenti e perchè quivi i caratteri sembrano più rivelatori delle forme organiche degli animali. Quindi sono stati presi di mira in modo più esplicito:

L'osso quadrato del cranio, che manca nei mammiferi, e la sua unione mobile o fissa con le altre ossa contigue, e la sua articolazione con la mandibola.

La mandibola, che è semplice nei mammiferi, composta da un unico osso, mentre nei rettili è di cinque parti.

Gli ossicini auricolari, e relazioni con alcune parti del cranio e con la mandibola.

I condili occipitali, doppi nei mammiferi, unico nei rettili, triplo nei cheloni.

La forma e la formola dentaria, di eterodonti in alcuni rettili simili come nei mammiferi.

Alcune forme di vertebre.

Alcune disposizioni di pelvi.

Alcuni forami, come p. e., quello dell'omero, e così via.

È da avvertire che tali fatti hanno servito tanto ai sostenitori dell'origine anfibiana dai mammiferi, quanto a coloro che sostengono l'origine dai rettili. Ma anche qui le opinioni sono divergenti o concilianti anche riguardo a quali forme di rettili si debba dare la preferenza del titolo di progenitori, o non se ne debba a nessuna conosciuta finora. Così è egualmente per l'origine da anfibi.

Io dirò prima della teoria anfibiana, che pare

non più sostenuta, perchè è importante per le conclusioni.

La teoria anfibiana rimonta a Huxley, il quale ammise esseri denominati *Hypotheria* o Promammalia derivati da antichi anfibi; ma dalla scoperta dei monotremi in Australia fu messa innanti la teoria rettiliana; le scoperte posteriori in America e nell'Africa meridionale di alcuni tipi di rettili ha dato maggior credito a questa teoria.

Kingsley ha sostenuto con molti argomenti tratti da sue osservazioni l'origine anfibiana; non è il caso qui di riferire i suoi ragionamenti sui fatti osservati e interpretati da lui, e quindi mi limito a riferirne i risultati.

« Sommando le prove (egli scrive) derivate dalle ossa, possiamo dire che i caratteri delle coste, la dentizione eterodonte e il forame entepicondiloideo indicano molto più sicuramente verso una progenitura rettiliana che verso l'anfibiana per i mammiferi. D'altra parte i condili occipitali sono sempre la prova più forte verso l'altra direzione. Ma se consideriamo le relazioni degli ossicoli auricolari e il quadrato, il peso dell'argomento è in opposizione molto forte alla progenitura anfibiana, mentre queste stesse relazioni e specialmente l'articolazione del quadrato con la staffa, tendono a sostenere la teoria che i mammiferi discendono dagli anfibi.

« Si trova un'altra serie di fatti osteologici che sembra ancora riferirsi alla stessa direzione. Nei mammiferi, come negli anfibi, l'articolazione

della gamba è formata fra le ossa della tibia e della fibula e la serie prossimale delle ossa tarsali. In tutti i rettili, di cui conosciamo adeguatamente la struttura, l'articolazione è fra la serie prossimale e distale delle ossa tarsali, è intertarsale. Ciò certamente non è conclusivo, perchè la struttura del piede dei Teriomorfi è molto imperfettamente conosciuta ».

Vi sono inoltre altri caratteri che possono avere un valore cumulativo, afferma l'Autore, e qui io tralascio.

« In conclusione (segue Kingsley) si può dire che ora il peso delle prove è in favore dell'origine anfibiana per i mammiferi; ma quando le forme degli anfibi conosciuti sono esaminate, non se ne trova nessuna che soddisfi esattamente le richieste del caso: nè i Cecili, nè gli Anuri, nè gli Urodeli. Rimane soltanto il gruppo degli Stegocefali. Queste sono forme estinte, di cui i primi fossili apparvero nel carbonifero e la sottoclasse periva nel triassico. In nessuna struttura conosciuta questi appariscono più vicini a quelle forme che gli antenati dei mammiferi devono avere avute che a qualsiasi altro gruppo; e però nessuna forma di Stegocefali si conosce, la quale possa dirsi di corrispondere alle richieste d'un progenitore di mammiferi. Questo progenitore deve avere qualche forma strettamente affine a qualche Stegocefalo noto, ma ancor più primitiva.

« Gli Stegocefali primitivi conosciuti sono molto differenziati e largamente distribuiti, essi hanno

una struttura molto differente da quella dei ganoidi crossopterigi, dai quali con tutta probabilità sono derivati. Il progenitore dei mammiferi partecipava dei caratteri intermedi fra quelli di crossopterigi e quelli dei più primitivi stegocefali conosciuti, e così che i caratteri anfibiani siano predominanti su quelli dei ganoidi.

« Noi dobbiamo, però, ricordare che i documenti geologici sono ancora imperfettamente noti. Non abbiamo ancora trovato nessuna forma che serva di passaggio nella lacuna fra i vertebrati con pinne a quelli con arti. Orme di piedi sono state trovate nelle roccie devoniane in Pennsilvania, le quali alla luce delle presenti cognizioni possiamo interpretare soltanto come di Stegocefali. Possiamo sperare, certamente, aspettiamo che future esplorazioni ci mostreranno Stegocefali nel devoniano, e quando questi saranno trovati, è possibile che essi comprendano tipi che saranno decisivi come progenitori dei mammiferi » (1).

Come vedesi, tutto il lavoro di Kingsley dà un risultato che può dirsi negativo: nessun anfibio vivente o fossile corrisponde al progenitore dei mammiferi; si trovano caratteri di mammiferi che sono simili a caratteri di anfibi e di rettili, ma questo non basta. Il progenitore, dunque, deve ancora scoprirsi e, quel che è più, dev'essere un animale molto curioso, metà pesce

---

(1) KINGSLEY, *The origin of the Mammals*, "Science", N. S., aug. 1901.

e metà anfibio, una mostruosità che non poteva esistere. Ma questa è la teoria, che vedremo ripetere da altri biologi.

Alla teoria di Kingsley così esplicita si oppone il Gadow, il quale sostiene quella rettiliana, riesaminando gli stessi caratteri che hanno servito alla prima. Egli però non trova che dei Teriomorfi finora scoperti alcuno meriti l'onore di esser considerato come progenitore dei mammiferi; nè soltanto a questo gruppo non spetta tale onore, ma neppure ad altri rettili che si trovano nelle medesime condizioni. Bisogna crearsi il concetto di « Sauro-mammalia », egli afferma, che essendo essenzialmente rettili hanno dato origine ai mammiferi. Quindi, Gadow discute sui condili occipitali, e crede di poter dimostrare che vi sia stata trasformazione dagli anfibi ai rettili, agli uccelli, ai mammiferi, e ne costruisce uno schema: una teoria puramente di carattere ipotetico, a mio parere. Egli discute anche su gli ossicini dell'udito e loro relazioni, sull'osso quadrato mobile e fisso, come variamente trovasi nei rettili, e ammette anche qui evoluzione nei rapporti con lo squamoso, con la capsula otica, col paleocranio e così via; ma non dà spiegazione dell'assenza del quadrato nei mammiferi.

Il lavoro di Gadow è polemico ed è senza dubbio importante per la morfologia dei rettili, ma sostanzialmente ha sempre carattere ipotetico, come vedesi dalle conclusioni cui giunge, una

delle quali è presa da Osborn con le stesse parole del paleontologo americano, di cui accetta la dottrina. « Noi (scrive Osborn) abbiamo la conclusione generale che i Teriodonti costituiscono un gruppo che in realtà contiene tutti i caratteri primitivi dei mammiferi, nello scheletro e nei denti, e che non altri rettili e anfibi si avvicinano tanto all'ipotetico promammifero. La spiegazione dei caratteri di anfibi nelle parti molli dei mammiferi esistenti sembra essere che il promammifero avesse avuto origine da rettili primitivi che conservarono un numero di caratteri ancor più primitivi di anfibi o Stegocefali ». Gadow, come sopra ho detto, ha già ammesso questo promammifero ipotetico.

Le finali conclusioni di Gadow sono le seguenti: « I mammiferi sono discendenti dai rettili, come indubitatamente questi discendono dagli anfibi. Questo non significa che alcuno dei gruppi viventi dei rettili possa aver l'onore di essere progenitore, ma significa che i mammiferi sono un ramo d'un gruppo principale di rettili, e che questo ramo è molto lontano nel passato. I Teromorfi, specialmente i piccoli Teriodonti, soltanto ci mostrano a quali questi esseri fossero somiglianti. Essi erano rettili più vicini ad alcuni recenti anfibi per tutti i periodi del terziario e del mesozoico ».

Ed ancora: « Se l'evoluzione è vera, allora vi è stata una « rudis indigestaque moles », la quale era nè completamente anfibiana nè ancora tipi-

camente rettiliana. Hanno i mammiferi più in comune con i Cecili, i Tritoni, le Rane, o con lo Sphenodon, i Coccodrilli, le Tartarughe e le Lucerte? Noi abbiamo veduto che la bilancia piega da questa parte, da parte dei rettili » (1).

Qui, come per l'anfibio di Kingsley, un rettile che non è tutto rettile, un essere ipotetico anfibio-rettile, impossibile ad esistere realmente se non nella mente degli inventori. Di tali forme dette di passaggio, invocate e desiderate dagli evoluzionisti, non se ne sono mai vedute, ma invece tutte le forme conosciute e di qualunque tipo sono determinate e, come dicesi, specializzate. In ogni modo finora da quanto è stato detto e per l'origine anfibiana e per quella rettiliana, nessun essere che rappresenta ciascun tipo delle due forme, per quanto antico o primitivo, non può tenersi come progenitore dei mammiferi, e bisogna imaginare un ipotetico essere per scoprirlo; e se non si scopre, è responsabile la geologia che non l'ha rivelato!

Vengo ora ad una discussione più generale, nella quale prendono parte i maggiori paleontologi evoluzionisti, ma io anche in questo mi limiterò a qualcuno.

Osborn nel gennaio 1898 tenne all'Accademia scientifica di New York un discorso sull'origine

(1) Gadow H., *The origin of the Mammals,* " Zeitschr. für Morphologie und Anthropologie „, Band IV, 1902.

dei mammiferi ed espresse in quell'occasione le sue idee principali. Dopo aver ricordato il concetto di Huxley e Cope, parla del Baur il quale aveva posto i Theromora come un phylum parallelo con i mammiferi, facendoli derivare da Sauromammalia del Permiano; si noti che questi Sauromammalia sono ipotetici. Ma Osborn subito non si mette dalla parte di Baur, e invece propone i Protodonta come arcaici mammiferi transizionali coi rettili; ma più tardi adottava le vedute di Baur sui Theromora; quest'ultimo più recentemente separava i Pelycosauria dai Theromora. Così i due autori accettano i Dicynodontia e Theriodontia di Owen come i veri Theromora; quelli già venivano descritti da Seeley, che l'aveva trovati nell'Africa del sud e nel permiano. Su questi due del gruppo Theromora fu trovato un complesso di caratteri, per i quali l'anatomia comparata e la paleontologia insieme hanno ispirato al nostro autore, Osborn, l'ipotesi dei Promammalia. Osborn descrive i caratteri probabili dentali e mandibolari del promammifero, mentre dalle ricerche di Baur, Howes, Hubrecht, Beddard, Albrecht ed altri, vengono descritti nello scheletro e nelle parti molli altri caratteri che sono in gran parte anfibiani. Una comparazione di Dicynodontia, Theriodontia e Gomphodontia (Seeley) mostra che, mentre nei caratteri dentari questi rettili sono largamente separati, sono strettamente uniti in numerosi caratteri osteologici che, a vicenda,

distinguono questi da altri rettili; le regioni più sorprendenti sono il palatino, l'arco zigosquamoso e correlativa riduzione del quadrato, la struttura complessa del condile occipitale. Com'è ben noto, i Dicynodontia per tutto lo scheletro abbondano di caratteri mammalogici e nel cranio subiscono una combinazione di adattamenti speciali al grande sviluppo del canino con caratteri preesistenti di tipo rettiliano e di promammifero.

Sommando i caratteri dei Theriodontia, trovansi somiglianze del promammifero:

nella forma e nelle formole dei denti,

nella posizione terminale delle narici anteriori, e struttura del palato,

nella posteriore estensione dei nasali,

nell'arco zigomatico e nell'arco infratemporale,

nel grande sviluppo dello squamoso e nella riduzione del quadrato,

nel paio dei condili occipitali,

negli intracentri delle vertebre cervicali,

in coste cervicali con suture,

in coste dorsali,

nel tipo dell'arco scapolare di monotremi, eccetto forse l'epicoracoide unito con suture col metacoracoide,

nella presenza di spina proscapolare,

nella potente cresta deltoide o nei grandi forami entepicondiloideo ed ectepicondiloideo.

L'estremità e la struttura pelvica sono prova di una muscolatura simile a quella dell'ipotetico

promammifero, e di un corpo in posizione quadrupede bene innalzato sul terreno.

Come caratteri rettiliani persistenti si trovano i prefrontali, i postfrontali, i postorbitari, il quadrato, separati, il traverso, il provomerò, l'arco pterigoquadrato, gli elementi mandibolari separati, infine come caratteri di adattamento o specializzati sono le strutture peculiari all'indietro del cranio e altre parti dello scheletro.

In conclusione, Osborn afferma, appare che questi vari Theromora abbiano l'età geologica voluta per un promammifero, cioè di un progenitore di mammifero. Essi sono la sola classe di rettili che mostrano affinità di carattere mammifero, anticipano in modo sorprendente la struttura dentale dell'antico *Triconodonto* e dei *Multitubercolata*.

La presenza di strutture anfibiane nella placentazione e in parti molli dei mammiferi può essere spiegata dalla supposizione che questi *Theromora* ritennero alcuni caratteri anfibiani da progenitori Stegocefali che furono trasmessi ai loro discendenti. È probabile che il doppio condilo occipitale sia di origine secondaria in questo gruppo e non derivato da anfibi (1).

Qui, come vedesi, non è polemica, ma una dimostrazione con una enumerazione dei caratteri che avvicinerebbero ai mammiferi quel tipo fos-

---

(1) In " Science ,, N. S. VII, 1898, pagg. 176-77.

sile di rettili del gruppo Theromora, ma per ricostruire un progenitore dei mammiferi col titolo di promammifero. L'enumerazione dei caratteri attribuiti ai Theromora che sarebbero nel promammifero e quindi di tipo mammalogico, più che identità mostrano simiglianza, e la simiglianza non può tradursi in significato di tipo corrispondente. Del resto, come già ho detto sopra, il progenitore è sempre ipotetico, come ammette anche Osborn, e i Theromora sono definiti e specializzati, e per questo non sono considerati come progenitori: questo è il ponte da traversare.

Ma al Congresso internazionale di Zoologia a Cambridge 1898, il problema dell'origine dei mammiferi fu presentato e parlarono tre illustri biologi paleontologi, Seeley, che aveva studiato molti rettili di nuovo tipo dell'Africa del sud, Osborn, un paleontologo americano che conosce perfettamente la morfologia dei rettili fossili, e Marsh, altro paleontologo americano di gran valore. Riassumo le opinioni espresse.

Parla per primo Seeley. Sono stati scoperti nel Texas e nell'Africa meridionale rettili con strutture caratteristiche di mammiferi; di questi rettili gli Anomodontia sono stati uniti con mammiferi in un gruppo con il nome di *Theropsida*. Da ciò afferma che la distinzione fra rettili e mammiferi in due classi, basata sui rettili viventi, non può applicarsi ai rettili fossili. Quindi esaminando e comparando elemento con elemento

gli scheletri anomodonti con mammiferi, Seeley mostra la grande serie di somiglianze che vi sono. Forme di denti come incisivi, canini e molari, ritenute esclusive per i soli mammiferi, si trovano in rettili. Nel genere *Diademodon* si trova una beauty of differentiation che può paragonarsi con quella d'insettivori. La somiglianza nelle membra quali quelle di *Theriodesmus* lo fece credere un mammifero, ma fu provato che è un rettile. L'articolazione della mandibola in alcuni Anomodonti si avvicina ai monotremi, mentre in altri si somiglia a quella di marsupiali e a mammiferi elevati. Il sopratemporale e il quadratojugale di Labyrinthodontia possono anche essere in rapporto con Ornitorinco, come sono in Paraiasaurus. Ma la questione è complicata dal fatto che Anomodontia mostrano somiglianze a più d'un tipo di mammifero. Esempi: i denti di Diademodonti somigliano a quelli dei lemuri e dei roditori; e i gruppi di Theriodontia e Dicynodontia mostrano affinità con le due principali divisioni di mammiferi. Il prof. Seeley conclude che, quantunque i punti di somiglianza fra Anomodonti e mammiferi nello scheletro mostrino l'affinità dei gruppi, non rendono probabile il concetto che gli Anomodonti siano i diretti progenitori di mammiferi, ma soltanto una linea collaterale. Per il comune progenitore di tutti e due noi dobbiamo andare all'indietro al devoniano e anche al siluriano, e l'intervallo fra i mammiferi e gli Anomodonti è ora così piccolo

che si ha una probabilità razionale che sarà completamente superato da scoperta di nuovi esemplari (!).

Al Seeley segue il prof. Osborn, di cui conosciamo già le idee; ma è utile conoscere se esse convergono con quelle del Seeley. Egli crede che nell'imperfezione dei documenti paleontologici, è bene incominciare dalle forme recenti andando all'indietro, e accenna ad una sua idea favorita su gli adattamenti, che per lui hanno un gran valore sullo sviluppo evolutivo degli animali; ammette, difatti, che i mammiferi hanno un adattamento molto rapido. In genere crede vi siano stati molti centri d'irradiazione di adattamento e uno di questi come un caso migliore sarebbe l'australiano, dove i marsupiali hanno acquistato forme che fra i mammiferi placentari sono divise in ordini differenti. Il punto di partenza di ciascuna irradiazione è stato un piccolo non specializzato mammifero terrestre. In fine ammette la probabilità che i mammiferi progenitori fossero onnivori.

Osborn dopo questi accenni ai principî crede di poter tracciare la linea di discendenza dei mammiferi nel passato, e si riferisce al giurassico, quando i mammiferi erano tutti piccoli e appartenevano, secondo lui, a tre gruppi: 1° insettivori primitivi, considerati come marsupiali, benchè non si avesse prova di ciò; 2° multitubercolati, che probabilmente erano monotremi primitivi; 3° marsupiali. Nel permiano vi sono

tre gruppi di rettili, uno dei quali è in modo sorprendente mammifero in alcuni caratteri, donde egli è tentato di unire la sezione erbivora di Anomodonti con Monotremi; però sospetta che i punti di somiglianza più sorprendenti fossero dovuti a parallelismo, simili caratteri sarebbero stati acquistati indipendentemente. Osborn è d'accordo con Seeley che Anomodonti non sono i diretti progenitori dei mammiferi, ma una linea collaterale. Ma non è d'accordo con lui, quando questi crede che possa trovarsi un progenitore di mammiferi e di Anomodonti molto più primitivo; invece egli pensa che un terzo gruppo di Anomodonti non ancora scoperto e meno specializzato possa essere il progenitore dei mammiferi.

Marsh crede che la soluzione del problema appartiene al futuro. Malgrado che la grande lacuna fra mammiferi e rettili non sia colmata, non è d'accordo con Seeley per un completo annullamento della distinzione fra mammiferi e rettili. Rimangono ancora quattro punti a chiarire. Molta importanza si è data intorno alle affinità fra mammiferi e Anomodonti alla differenziazione dei denti nei tre tipi; ma altri rettili che non si considerano come alleati dei mammiferi, hanno la stessa specializzazione dei denti, come il coccodrillo patagonico, *Motosuchus*, e il dinosauro *Ceratopsia*. Nessun rettile ha due condili occipitali come nei batrachi e nei mammiferi. Rettili sono stati descritti con due con-

dili, ma egli ha esaminato gli esemplari, e in essi ha trovato unico condilo. L'assorbimento del quadrato nello squamoso non è conclusivo, che ciò occorre in Plesiosauri e in Dinosauri, non in Anomodonti; in ogni caso il quadrato esiste ancora. Infine ricorda che la mandibola è composta di molte parti e non come nei mammiferi, d'un solo osso. Marsh afferma di avere esaminato la maggior parte dei mammiferi, dei rettili e di aver trovato le suture fra le ossa ancora visibili; la determinazione di certe ossa come il prefrontale esige una cauzione. Egli non aspetta che il progenitore dei mammiferi si trovasse fra gli enormi Anomodonti, ma in animali più piccoli (1).

Riferisco le conclusioni di un lavoro molto accurato di un biologo americano, pubblicato nove anni addietro; forse è uno degli ultimi dei molti lavori sul grave problema che tanto c'interessa. In questo lavoro si ha anche il vantaggio di trovarsi la bibliografia quasi al completo della materia fino al 1910. Il lettore che avesse interesse al problema, potrebbe leggere questo volume che tratta anche molte questioni sull'evoluzione dei mammiferi (2).

---

(1) *The international Congress of Zoology,* Cambridge, 1898. Riassunto in " Science ", N. S., vol. VIII, p. 353 e p. 1898.

(2) Gregory W. K., *The orders of Mamm.,* vol. XXVII, 1910, dal " Bull. of the Amer. Museum of Natural History ", New-York.

Secondo questo autore, il Gregory, non è necessario di ricorrere a esseri sconosciuti simili ad anfibi del devoniano per andare in cerca dei progenitori immediati dei mammiferi; neppure si può ammettere che i mammiferi siano derivati da rettili streptostilici o da qualche rettile dei diapsidi. Invece sembra che vi siano molte prove a favore del concetto sostenuto da Osborn e Broom che i mammiferi sian derivati da rettili triassici dell'ordine Cynodontia, benchè non dia nessun membro di essi. Com'è ben noto, continua il Gregory, i Cynodontia adombrano i mammiferi, specialmente nella costituzione dell'arco temporale, nello sviluppo del palato secondario e nel doppio condilo occipitale (in esso non trovasi un vero condilo occipitale doppio; Gregory stesso lo descrive così: *The occipital condyle is bilaterally paired and although still continuous accross the basioccipital is quite prophetic of the mammalian condition* (1)), nell'avere incisivi, canini, premolari e molari. Forse ancor più suggestive delle affinità con i mammiferi sono le somiglianze dei pterigoridei, della formola falangeale, per quanto è noto nell'omero, carpo, torso, cintura toracica e pelvica. Ma insieme con questi caratteri che hanno somiglianza con caratteri dei mammiferi, si trovano molti caratteri di tipo rettiliano, che l'autore crede razionale di

(1) Op. cit., pag. 121, fig. 1 B. *Gynognatus platyceps.*

ammettere come derivati da progenitori remoti dei mammiferi. Riguardo agli ossicini auricolari dei mammiferi, Gregory medesimo rimane nei dubbi fra le varie teorie, soltanto crede che la teoria di Reichert, Kingsley e Gaupp, abbia molte probabilità di vero.

Riassumendo si ha che l'origine anfibiana dei mammiferi non è accettata dal maggior numero dei biologi, che si sono occupati del problema, e si accetta più facilmente l'origine rettiliana di cui si indicano numerose prove. Le quali, per la maggior parte, si riducono a somiglianze di elementi particolari, non a complesse formazioni organiche che possano esser decisive; altre sono interpretazioni, che poi sono differenti nei varî autori che hanno tentato lo studio speciale. Ma molto più importante è il fatto che nessuno dei gruppi dei rettili fossili, nei quali si vuol riconoscere caratteri di mammiferi, rappresenterebbe il progenitore dei mammiferi: o questo progenitore è un rettile triassico del gruppo Cynodontia, ma nessuno di quelli conosciuti; ovvero un essere da cui derivano rettili come anomodonti e mammiferi, un progenitore che è stato denominato promammifero. Secondo Gadow questo progenitore sarebbe ***rudis indigestaque moles***, cioè un essere nè completamente anfibio nè tipicamente rettile; e, secondo Kingsley, un essere fra crossopterigio e stegocefalo. Cioè a dire un animale inconcepibile per una esistenza reale, che pertanto da tutti, secondo la propria

concezione, si attende in nuove esplorazioni geologiche come una speranza messianica che deve avverarsi per la soluzione del problema.

In queste opinioni io vedo il grande sforzo da parte degli evoluzionisti più competenti e più distinti, in Europa e in America, di sostenere la teoria dell'evoluzione nella trasformazione continua delle forme viventi, e di scoprire nei varî organi o parti dei vertebrati inferiori omologie, analogie, somiglianze e anche promesse, dette profezie, di trasformazioni organiche; ma, come si è mostrato, non si è trovato nei fossili più antichi chi possa aver l'onore di esser dichiarato progenitore. Ma io osservo che facilmente si sono presentate le somiglianze e molte si sono troppo messe in evidenza; ma delle differenze fondamentali poco si è parlato, e quando si è detto qualche cosa, è stato per attenuare la differenza o spiegarla o tentare di spiegarla.

Io ardisco ancora una volta di mostrare il mio dissenso intorno alla morfologia dei mammiferi rispetto a quella degli anfibi e dei rettili; io vi trovo differenze profonde e maggiori che non siano quelle singole sull'osso quadrato, sugli ossicini auricolari, nella mandibola soltanto. Secondo il mio parere vi è nei rettili una struttura cranica totalmente e assolutamente differente da quella dei mammiferi, che si potrebbe dir nuova per formazione. Ed ecco le mie constatazioni.

Soltanto ad osservare la composizione della volta cranica degli anfibi e dei rettili, vi si trova

un gran numero di elementi ossei e cartilaginei che la compongono; e basta fermarsi agli elementi ossei per riconoscere che essi hanno il carattere di placche che coprono la testa, come le placche di certi pesci primitivi noti ai paleontologi. A queste placche si è dato il nome di alcune parti corrispondenti nel cranio dei mammiferi; ma soltanto ad alcuni degli elementi ossei nel cranio dei vertebrati inferiori corrispondono quei nomi, per analogia più che per omologia. Così mentre nel cranio dei mammiferi trovasi un frontale, negli altri due vertebrati se ne enumerano tre col pre- o postfrontale; i quali ultimi si denominano così, perchè sono contigui al frontale e non potrebbero attribuirsi ad altre parti ossee. Similmente si trovano doppi parietali, due o tre temporali, che in realtà non hanno corrispondenza con i parietali e temporali nei mammiferi; se fossero saldati fra loro gli elementi omonimi, avrebbero una forma che non avrebbe riscontro. Inoltre esistono elementi ossei che non hanno omologia alcuna in ossa corrispondenti nei promammiferi e rettili e anfibi: il quadrato, il trasverso, il tabulare. Tutti questi elementi ossei che sono aderenti l'uno con l'altro, formano nei rettili e negli anfibi, di questi almeno in alcuni, la teca cranica propria; e solo vi ha da aggiungere il mascellare, i nasali, i lacrimali, l'intermascellare, che completano il cranio, meno nella parte centrale, anche differente e complicata anch'essa.

Se poi consideriamo il cranio rispetto al cervello, come nei mammiferi, troviamo che esso rappresenta l'involucro d'una grande cavità, che non è la cavità che serve come ricettacolo del cervello, come suol trovarsi nei mammiferi di ogni tipo; lo spazio riservato al cervello è separato da lamine ossee come due pareti che in alto si saldano con la volta cranica, in basso con la base. Questo spazio così separato è nell'estremo setto posteriore della gran cavità cranica, e somiglia ad un corridoio aperto all'indietro col forame occipitale, in avanti con apertura verso la volta: in questo piccolo spazio è contenuto il cervello, come in un settore distinto. In alcuni rettili, come nel coccodrillo, due pilastri ossei scendono dalla volta cranica nell'interno o dalla parte corrispondente ai prefrontali, e poggiano internamente sul palatino. I due pilastri lasciano un passaggio fra loro alle estremità anteriori cerebrali, forse ai lobi olfattivi. Ciò è assolutamente estraneo ad ogni cranio di mammifero. Ancora due altri pilastri, ma trasversi, congiungono il postfrontale con l' iugale e l'ectopterigoide, i quali, come quelli verticali, mostrano essere di sostegno all' intricata massa degli elementi ossei del cranio. La regione occipitale occupa piccola estensione, perchè il cervello ha un volume molto piccolo, e piccolissimo rispetto alla grande cavità cranica separata, come si è veduto, dal setto cerebrale vero e proprio. Se alla struttura del cranio come

è descritta, si aggiungono alcune strutture particolari e quella della mandibola, che ha una formazione differentissima da quella dei mammiferi, come tutti sanno, allora si avrà l'idea chiara che i rettili e gli anfibi sono ben lontani dai mammiferi, e quelle somiglianze che si sono mostrate per trovarvi la discendenza, sono fatti di valore secondario in confronto delle differenze.

Ma torniamo al cranio. Noi affermiamo che la struttura della teca cranica è un insieme di placche ossee riunite fra loro in varia combinazione, qualcuna con sostegni particolari, come abbiamo veduto. Di essa si conosce anche l'origine embriologica che è di formazione cartilaginea. Nei mammiferi la cavità cranica comprende l'encefalo con le meningi, e non contiene spazio fuori del volume cerebrale. Inoltre il numero delle ossa craniche è determinato così che non ha corrispondenza, se non in apparenza, con quelle del cranio dei rettili e degli anfibi. Malgrado i tentativi suggeriti da anomalie craniche nei mammiferi, di scoprire prefrontali e altri simili ossa soprannumerarie, non si è riescito mai a stabilire omologie che non siano soltanto illusorie. So, però, quale sia la teoria dominante in anatomia comparata, cioè la fusione dei varî elementi ossei e quindi la semplicizzazione; ma qui potrei recare esempi, dai quali si vede che le posizioni delle ossa accessorie, pre- e postfrontale, e quelle di parietali e temporali, non

corrispondono al posto proprio del frontale unico, se si fondessero insieme, ma si dovrebbero spostare e formarsi in altro modo.

L'embriologia viene anche in nostro soccorso per questa nostra interpretazione di differenza primordiale e di nessuna omologia che si vorrebbe stabilire fra le parti del cranio dei mammiferi e quelle di rettili e di anfibi. Mentre in questi ultimi si forma un cranio cartilagineo che diviene in molte parti osseo in forma di placche, nei mammiferi il cranio cerebrale è membranoso soltanto e diventa osseo per ossificazione secondaria. Quindi si trova una nuova e differente formazione del cranio nei mammiferi, la quale insieme alle differenti strutture, alla propria architettura nel formare la cavità cerebrale, al numero delle ossa che si vogliono omologare, e a quelle che non si trovano se non nei vertebrati inferiori, mostra, a parer mio, che i mammiferi non possono avere avuto negli anfibi nè nei rettili i loro progenitori, ammesso che questa discendenza si voglia sostenere, come si fa, con la morfologia che conosciamo dei tre tipi di vertebrati, viventi e fossili.

La dottrina dell'evoluzione e secondo Haeckel e secondo De Vries non potrebbe giustificare il passaggio dei rettili ai mammiferi, se i caratteri sopra descritti nel solo cranio dei primi li separano. Una lenta evoluzione, come ammette Darwin, può mutare le forme, ed è necessario che intervengano variazioni, non mutamenti profondi

e completi quali troviamo nei caratteri dei due tipi di vertebrati. Come può supporsi che la costituzione cranica muti all'improvviso e così che molti caratteri siano alterati? Come è possibile che la mandibola dei rettili, come è composta, muti così da essere costituita dal solo dentale, e senza vie intermedie mostrate da variazioni lente e successive? Come può avvenire che il quadrato sparisca senza traccia, che l'articolazione mandibolare cambi posto senza alcuno indizio della causa del mutamento? Come il cranio da cartilagineo diventerà membranoso e le ossa che lo ricoprono avranno altra origine?

Nè la dottrina delle mutazioni di De Vries può dare spiegazioni di questi rapidi mutamenti e varî e profondi; perchè secondo De Vries i mutamenti sono lievi e non fanno cambiare il tipo della forma, come io stesso ho fatto avvertire varie volte.

Se poi portiamo queste obbiezioni su gli altri caratteri dei mammiferi, come quelli del tegumento e altri, le difficoltà a spiegare la trasformazione dei rettili in mammiferi aumentano e non trovano soluzione, quali che sieno le ipotesi ingegnose dei biologi.

Come abbiamo riferito sopra, Marsh fece obbiezioni alle idee di Seeley e di Osborn, esposte al Congresso internazionale di Cambridge; fra esse trovasi che non soltanto i Cynodontia hanno denti specializzati, ma anche altri rettili. Con ciò egli intendeva dichiarare che questo carattere

non può avere valore decisivo. Ne fece un'altra: non dagli enormi Anomodonti si possono avere i progenitori dei mammiferi, ma da rettili più piccoli. Il motivo è evidente; i primi mammiferi sono animali piccoli, e lo stesso Osborn l'aveva detto un momento prima, ammettendo tre gruppi: insettivori primitivi, multitubercolati, marsupiali. Allora non saranno stati i Cinodonti, come crede Osborn con Broom e come sostiene Gregory, i progenitori dei mammiferi, sieno pure più primitivi e non ritrovabili, come tutti i progenitori ipotetici. Indipendentemente da questa ultima considerazione, non si riesce a comprendere come da un rettile carnivoro, come i Cinodonti, possano derivare le forme tutte dei mammiferi, e di carnivori e di erbivori; ovvero, come vorrebbe Seeley, da forme esclusivamente erbivore come Anomodonti derivassero tutte le forme animali dei mammiferi, grandi e piccoli.

A questa obbiezione un solo paleontologo credo che risponda con una concezione sua propria. Steinmann scrive che la sua concezione dell'origine dei mammiferi è in completa opposizione con quella comunemente sostenuta. Non da una forma primitiva, scrive, sono derivati i mammiferi dai rettili, ma da tutti i rettili mesozoici, che non sono rimasti rettili. Il processo di trasformazione non si è compiuto in forme particolari scelte, ma è avvenuto largamente in tutti gli ordini esistenti, famiglie, generi, specie

e razze (1). Questa concezione è razionale, se si deve accettare l'origine dei mammiferi dai rettili; non un solo tipo di rettile deve avere avuto il privilegio di trasformarsi, o la facoltà di mutare caratteri, ma tutti, se tutti vivevano nelle medesime condizioni. Ma coloro che proclamano la trasformazione di un solo tipo, e neppure delle forme conosciute, l'hanno sostenuta in base alle somiglianze nei caratteri, come abbiamo veduto: ciò è semplicemente un concetto superficiale.

Bisogna tornare un poco indietro sui rettili.

Certamente i rettili non possono separarsi dagli anfibi, esiste una continuità nel tempo della loro comparsa e un'intima relazione morfologica, principale questa fra Stegocefali e rettili; si può quasi affermare che fossero contemporanei nel carbonifero. Quell'*Eryops* e quel *Cricotus* non è ben certo se siano anfibi o rettili; veramente sembrano rettili e tali li considera Gadow. Quando si pensa che la vita dell'anfibio è fra acquatica e terrestre, e che i rettili devono anche la loro origine all'acqua, nulla più sorprende che anche noi troviamo il passaggio dagli anfibi ai rettili, benchè non ammettiamo una trasformazione di tipo: i rettili vengono dal fatto del mutamento completo di ambiente, perchè respirano coi pol-

(1) *Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre,* pag. 254. Leipzig, 1908.

moni e non incominciano con le branchie, come i varî anfibi: ma in massima parte vivono nell'acqua, sia questa in forma di paludi, acque salmastre, fiumi, e infine mare, dove vissero gl'ichtiosauri. Così è che trovansi forme negli anfibi non differenti da forme che si conoscono nei rettili, p. es., nel cranio, con i medesimi elementi.

Osborn, nell'ultima opera sull'origine e l'evoluzione della vita, dà in una sintesi i tipi primitivi dei rettili e i derivati da essi. È utile riferire alcune sue affermazioni: « Venendo all'esame dell'origine e dell'irradiazione di adattamento dei rettili nel loro complesso, troviamo che nel permiano tutti e dieci i rami primordiali della stirpe dei rettili hanno fatto un'irradiazione e si sono stabiliti come prototipi e progenitori dei grandi rettili mesozoici (vedi fig. 72). Cinque divisioni, specialmente, i cotilosauri, anomodonti, pelicosauri, proganosauri e fitosauri, si dovevano estinguere nel permiano e nel triassico, in ciascuno esempio come la penalità di una specializzazione eccessiva e prematura. Cinque altri grandi rami, cioè, ichtiosauri, plesiosauri, due grandi rami di dinosauri e i pterosauri, erano destinati a dominare le acque, la terra e l'aria durante il mesozoico, cioè il triassico, il giurassico e il cretaceo. Così insieme tredici grandi rami di rettili si estinsero o prima o quasi al chiudersi dell'età dei rettili. Di diciotto rami di rettili soltanto cinque erano destinati a soprav-

vivere nel terziario, cioè gli ordini che includono le tartarughe, tuatera (Sphenodon), tricorta, serpenti e coccodrilli » (1).

Da questo luogo e dal quadro della fig. 72 noi rileviamo questo fatto molto caratteristico: nel permiano sono già apparsi quei rettili che Osborn denomina prototipi e progenitori degli altri rettili mesozoici; alcuni periscono presto senza ulteriore sviluppo fra il permiano ed il triassico, altri si evolvono ma non tutti giungono fino all'epoca presente. Ora quei rami primitivi sono contemporanei, e secondo noi non derivano da unico progenitore, come ammette Osborn; e come potrebbe unica forma svilupparsi in tante forme così differenti fra loro, come quelle di cotilosauri e anomodonti e altri? Eppure Osborn imagina un progenitore che dovrà scoprirsi: « un progenitore rettile di questi diciotto rami della classe rettili qualche giorno sarà scoperto come un essere simile a lucertola, piccolo, di sangue freddo, che fa uova, con quattro arti, una forma terrestre con lunga coda con cranio solido, con abito di carnivoro o più probabilmente d'insettivoro, il quale viveva in qualche luogo sulla superficie della terra nel carbonifero. Tale senza dubbio fu il prototipo rettile da cui si svolse ciascuno dei meravigliosi tipi meccanici che noi possiamo ora brevemente

(1) Op. cit., pagg. 193-4.

passare in revisione ». A giustificare questo ipotetico tipo ricorda che « Per i metodi primi chiaramente enunciati da Huxley nel 1880 molti degli ideali prototipi vertebrati sono stati teoricamente ricostruiti, e in molti esempi la scoperta ha confermato queste ricostruzioni ipotetiche » (1).

Osborn deve andare indietro nel tempo, e quindi vorrebbe trovare nel carbonifero il progenitore, perchè le forme che costituiscono rami distinti nel permiano sono certamente contemporanei, o almeno del medesimo periodo, e sono anche specializzate così che Osborn stesso crede essere eccessiva la specializzazione, e la considera prematura e causa dell'estinzione dei detti rami. Ammette egli questo forse perchè non trova molta distanza cronologica da essi all' ipotetico progenitore ? In genere sull'estinzione precoce o tardiva dei viventi è difficile indagare la causa; e in questo caso è difficilissimo dire se la loro specializzazione eguagliasse quella di alcuni altri rami di rettili che non si sono estinti e ancora vivono invariati o quasi. In quanto all'evoluzione bisogna intendersi, che essa non debba essere intesa nel significato di trasformazione di tipo; perchè, come abbiamo mostrato parlando degli invertebrati, non mutamento di tipo di rettile vediamo, ma mutamenti che si riferiscono

(1) Op. cit., pag. 194.

a variazioni del tipo o dei vari tipi di rettili. In questa evoluzione, corrispondente a variazione, ci pare di scoprire un qualche fatto curioso e tipico, che riceve qui nei rettili scarsa dimostrazione, ma è più evidente nei mammiferi, in alcuni rami almeno, come diremo a suo tempo.

Osborn crede che l'èra dei rettili sia durata circa 12 milioni di anni dall'epoca di loro apparizione, e che di diciotto ordini soltanto cinque siano sopravvissuti fin oggi, cioè Testudinata, Rhynchocephalia, Lacertilia, Ophidia e Crocodilia; e per spiegare questo fatto afferma che l'evoluzione di questi cinque ordini sopravvissuti sia stata o estremamente lenta o interamente arrestata durante tre milioni di anni che generalmente sono assegnati al terziario. Coccodrilli e tartarughe della base del terziario si distinguono poco da quei recenti. Ma questa persistenza o immutabilità non ammette soltanto per i cinque ordini di rettili su nominati, ma anche per le piante, per gli invertebrati, per i pesci e per gli anfibî ancora e per lo stesso periodo di tempo, il terziario. Noi però l'abbiamo già ammesso questo fatto e come incontrastato e fin dall'apparizione delle forme della vita, e non crediamo che sia limitato al periodo del terziario soltanto. Abbiamo trovato forme estinte e nuove variazioni delle medesime forme già apparse e che si riferiscono allo stesso o agli stessi tipi. Forse vorrà egli intendere l'immutabilità per le forme specifiche.

Così nei rettili e non soltanto per il terziario si ha l'immutabilità dei tipi, ma per tutta l'epoca; le variazioni non costituiscono mutamento di tipo. I Rhynchocephalia sono del triassico e sopravvivono nello Sphenodon soltanto, invariato; i Cinodonti invece si sono estinti prestissimo nel primo periodo del triassico. Così si hanno rami estinti presto, rami che sopravvivono immutati fin oggi, rami che hanno enormemente variato e infine si sono estinti nel cretaceo. Di questi ultimi sono i Dinosauri e i Sauropodi, i quali sono vissuti fino al cretaceo, nel quale si estinsero. Ora sembra che questi rettili andassero svolgendosi fin dalla loro apparizione e assumessero forme gigantesche. A spiegare tale evoluzione io vorrei dare il carattere simile a quello conosciuto col nome di forma larvale negli invertebrati, a tutte quelle forme intermedie che hanno condotto alla forma definitiva finale, che è come un'organizzazione che ha raggiunto lo stadio suo completo e definitivo. Una serie di mutamenti, corrispondenti a variazioni, deve essere succeduta in un tempo lunghissimo, forse di un milione o due milioni di anni. Se si potesse conoscere la primitiva forma di tali Sauropodi e Dinosauri e seguirne l'evoluzione fino al raggiungimento della forma finale, si avrebbe la dimostrazione di questo concetto teorico, che è fondato su quanto si è constatato in alcuni mammiferi. Se questa forma di evoluzione è avvenuta, come io credo, essa non ha nulla in co-

mune con la supposta trasformazione di tipo; i rettili sarebbero rimasti invariabilmente rettili per tutta la loro esistenza, pure assumendo un atteggiamento che spesso li fanno assomigliare a forme e ad atteggiamenti di mammiferi: ricordo lo *Struthionimus*, singolare dinosauro che, invece, ha la rassomiglianza con lo struzzo, donde il suo nome. Malgrado la forza dei fatti che corroborano la nostra interpretazione, e malgrado tutte le difficoltà di carattere morfologico, Osborn, come altri paleontologi, insiste nel suo concetto, e ultimamente ha scritto che dei vari rami dei rettili uno è altamente favorito a divenire il potenziale progenitore dei mammiferi, e questo sarebbe del tipo cinodonte. « Quei grandi e piccoli tipi dell'Africa meridionale (scrive) mostrano un'evoluzione eccezionale dei quattro arti, che li mettono in grado di viaggiare con relativa rapidità, la quale è connessa con la capacità di migrare, poteri indubbiamente associati con l'aumento dell'intelligenza. Un'altra caratteristica che fornisce lo sviluppo dell'intelligenza è l'adattabilità dei loro denti a differenti specie di alimenti come convengono ad insettivori, a carnivori e ad erbivori, che porta allo sviluppo e alla diversità dei poteri di osservazione e di scelta. Questa adattabilità anticipa l'evoluzione dei mammiferi. Di maggiore importanza è il mutamento della temperatura interna che influisce allo sviluppo del cervello delle primitive forme di promammiferi; il rettile di sangue freddo e squa-

moso si è trasformato in un mammifero di sangue caldo per mezzo di un mutamento che produsse il cuore di quattro cavità e completa la separazione della circolazione venosa dalla arteriosa. Questo mutamento si è iniziato in alcuni Cinodonti » (1).

Questi avvenimenti sono facili a essere pensati e descritti, ma non hanno una qualche corrispondenza con la realtà. Non bisogna dimenticare che lo stesso Gregory che accetta l'ipotesi di Osborn, non crede che un cinodonte di quelli già conosciuti, possa essere stato il progenitore dei mammiferi, ma uno più primitivo, e quindi, direi, con caratteri molto più di rettile che non appaia il cinodonte; e quindi come tale non potrebbero essergli attribuite quelle possibili caratteristiche simili ai caratteri dei mammiferi. Inoltre è da osservare che i denti dei cinodonti sono già molto specializzati e non potrebbero trasformarsi in forme adatte ad erbivori ed insettivori insieme; sarebbe più facile di pensare che i denti d'unica forma degli altri rettili potessero trasformarsi in varie altre. Non è poi possibile pensare alla profonda modificazione della circolazione sanguigna e al mutamento di temperatura interna nei rettili, se difatti questi fenomeni non sono mai avvenuti in rettili che pur vivono in terra da milioni di anni insieme con i mam-

(1) Op. cit., pag. 192.

miferi e conservano invariabilmente la loro temperatura interna insieme con la struttura del cuore. Ciò che noi imaginiamo per sostenere un concetto che ci sembra esatto o possibile, non sempre corrisponde alla natura reale delle cose; e quindi ciò che separa i rettili dai mammiferi nelle strutture e nelle funzioni vitali, apparisce a noi come una lacuna che non si colma; qualunque somiglianza in alcune strutture fra le due classi si possa scoprire, appare evidente che i mammiferi sono un prodotto della vita con organizzazione distinta.

Ho riferito sopra il concetto di Steinmann, il quale ammette la trasformazione di rettili in mammiferi, ma non accetta l'ipotesi d'unico progenitore; egli crede che tutte le forme dei rettili, classificate in ordini, generi, specie e anche razze, si siano mutate in mammiferi. Solo se ci fermiamo ad alcune apparenze, sembrerebbe accettabile il concetto di Steinmann; vi sono carnivori, erbivori, insettivori nei rettili come nei mammiferi, e vi sono forme esteriori che simulano quelle di mammiferi e anche d'uccelli, e ci sorprendono. Ma tutto ciò è apparenza illusoria che si dilegua davanti all'analisi intima delle due classi di animali: sono adattamenti vari nelle une e nelle altre forme, dovuti alle condizioni di esistenza.

Noi sosteniamo che il gruppo anfibi-rettili sia intimamente unito come avente un'origine comune, che mostra due gradi di evoluzione di

adattamento, uno succeduto all'altro immediatamente, e compiutisi nel passaggio dalla creazione delle forme dall'abitato acquatico al terrestre. Gli anfibi rimasero nel periodo primitivo, i rettili assunsero nel periodo seguente la loro stabile organizzazione, che non abbandonarono mai, cioè non si trasformarono, e rimasero animali semiacquatici con respirazione puramente aerea, anche quando alcuni, come gl'ichtiosauri, divennero forme esclusivamente marine. La loro origine è poligenetica, ma essi si svilupparono e variarono enormemente. Ebbero periodi di vitalità straordinaria e alcuni di loro si svolsero in forme gigantesche come sono i Dinosauri, fra cui i Sauropodi.

La teoria dell'evoluzione ha tentato di mostrare prima in modo generico per mezzo di omologie morfologiche ed embriologiche, in seguito, con analisi più particolari, l'unità d'origine nella molteplicità delle forme animali, idea semplice e seducente, simile all'idea dell'unità delle energie fisiche, un'unità di sostanza e d'energia che crea per mezzo dell'evoluzione la molteplicità e la varietà delle forme. I fatti, invece, mostrano nelle manifestazioni della vita di cui ci occupiamo, la molteplicità e la varietà come fenomeni originari; troviamo l'evoluzione della vita come una caratteristica della sostanza vivente e come una manifestazione che deriva e si svolge nella medesima sostanza vivente a gradi varî ma continuamente; la sostanza viva è perennemente

attiva e creatrice di forme e non per una volta soltanto, come si crede generalmente e all'origine del nostro pianeta. L'evoluzione delle forme si produce nell'àmbito medesimo d'ogni tipo e forma animale, la quale quindi non perde i suoi caratteri generali d'origine acquistati.

XIII.

SOMMARIO: Successione dei tipi animali nel tempo di apparizione. I mammiferi mesozoici e loro forme, separate e distinte da quelle dei rettili. Loro origine separata. Non esistono forme intermedie nè progenitori dei mammiferi. Lacuna fra i mammiferi mesozoici e la grande apparizione nel terziario. I mammiferi sono una nuova creazione derivata anche dal mare e sviluppata in abitato terrestre. Evoluzione dei tipi dei mammiferi in tempi varî e successivi. Loro poligenismo come negli invertebrati, donde i molteplici tipi. I vertebrati tutti, pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi come rami poligenici d'unico tronco, sviluppatisi separatamente in abitati diversi.

Ho detto che il problema dell'origine dei mammiferi è uno dei più difficili, non ancora risoluto; ed ho riferito le opinioni dei maggiori uomini della scienza biologica, che pur non sono completamente d'accordo, ma in generale tutti vanno in cerca d'un ipotetico progenitore, che dovrebbe scoprirsi come un promammifero rettile. Ho anche esposto i motivi che non ammettono possibile l'esistenza d'un siffatto progenitore ideale; se ve ne fosse qualcuno, non soddisferebbe le esigenze del problema.

Per venire alla soluzione da me ideata, bi-

sogna che in breve io delinei il mio concetto che finora mi ha guidato nelle origini della vita animale, dagl'invertebrati ai rettili. Ricordo di avere stabilito come fatto che gl'invertebrati dal precambiano al cambriano comprendevano tutti i principali tipi esistenti che, secondo quanto ho potuto dimostrare, sarebbero originati indipendentemente l'uno dall'altro e non per trasformazione da un qualche tipo in quelli, nè da esseri unicellulari che costituiscono un gruppo indipendente e distinto. Tali esseri viventi non sarebbero stati un prodotto subitaneo della sostanza vivente, o un effetto di un breve periodo di tempo, ma di un tempo enormemente lungo, di migliaia e di milioni di anni, passando per molte fasi successive di formazione, che noi denominiamo larvali, come quelle che oggi si conoscono in forma abbreviata, fino alla loro definitiva organizzazione. Lo stato larvale primordiale e formativo, oggi rappresentato in modo abbreviato, fa seguito all'embrionale; ma d'origine questo doveva essere il cominciamento dell'organizzazione.

Trovammo che ogni forma animale si produsse come una nidiata, in molti individui; e ciò costituisce il poligenismo originario, per il quale già si hanno le variazioni primordiali o primarie, naturale effetto della molteplicità poligenetica. Seguono le variazioni secondarie come svolgimento delle primitive che possono assumere una grande estensione, visibile e riconoscibile

nelle varietà del tipo. Recammo esempi numerosi di ciò dal cambriano in poi.

Ancora un fatto che non è un'opinione, cioè che i tipi animali sono rimasti immutati come forme fisse e non si sono trasformati in altri tipi differenti, ma invece hanno variato conservando i caratteri del tipo. Così si ha il fatto che tutti i tipi animali, originati nei primordî della vita, sono ancora identici e persistenti, mentre alcune delle variazioni dei tipi sono perite. Di ciò abbiamo riferito gli esempi, mostrando che non è la persistenza di qualche forma, fatto noto ai biologi, che noi constatiamo, ma la persistenza generale di tutti i tipi animali che non si sono mai estinti: ciò dimostra anche che l'origine loro è indipendente.

Si è constatato che le forme animali hanno avuto una successiva apparizione nella successione geologica; ciò rivela che la vita non si è manifestata una sola volta, come se fosse stato un avvenimento per una condizione eccezionale, ma è stata una manifestazione di una continua creazione fin da quando si è costituito il geoide terracqueo. Si è constatato parimenti che la vita si è prodotta nel mare e per il mare che contiene tutti gli elementi chimici e le condizioni fisiche per la formazione della sostanza organica vivente. Si è affermato ancora che la vita che ebbe origine nel mare con gl'invertebrati, continuò a prodursi nel mare con nuove creazioni di forme animali.

Agl'invertebrati seguono i vertebrati marini, i pesci. Questi si considerano organismi più elevati dei primi; ma anche gl'invertebrati hanno, alcuni, organizzazione complessa e mirabile, che non è meno elevata di quella dei pesci. Quindi noi non abbiamo alcuna difficoltà di affermare che i pesci, primi fra i vertebrati per origine, siano nati con i medesimi processi degli invertebrati nelle acque marine. Forse il tempo impiegato a comporsi sarà stato molto più lungo e avranno avuto le analoghe fasi formative larvali degli invertebrati. Se questi non si sono mai trasformati in altri tipi, neppure si saranno mutati in vertebrati; l'anfiosso è già un pesce, e di più ancora è recente e non può riferirsi alle origini ordoviciane, epoca in cui apparvero le prime traccie di pesci. Che i pesci si trovino anche in fiumi, in laghi, è fatto secondario, come per molti invertebrati.

Anfibî e rettili seguono ai pesci, e sono vertebrati che mostrano egualmente l'origine acquatica marina in relazione con la terraferma, animali di transizione, che vivono nell'acqua e in terra. Malgrado che siasi tentato di trovar la loro origine da una trasformazione di pesci primitivi, non si è riuscito che a pure ipotesi speculative: i pesci si sono comportati come gli altri animali, hanno variato grandemente, ma non si sono trasformati in diversi tipi; sono anch'essi poligenetici e originati in gruppi indipendenti. Così rettili e anfibî di cui ho sopra parlato lunga-

mente; così vengono nella successione geologica dopo i pesci, e rivelano una nuova creazione marina con processi lunghi, analoghi ad altri animali anteriormente nati; milioni di anni sono stati necessari alla loro origine e alla loro evoluzione, di cui si è data un'idea soltanto.

Se i mammiferi non sono discendenti da anfibî o da rettili, devono aver avuto necessariamente origine indipendente; allora viene anche la domanda se essi vengono dal mare, come gli altri vertebrati.

I mammiferi primitivi e più antichi finora conosciuti sono mesozoici dal triassico al giurassico al cretaceo. I così detti Prodonta, *Dromatherium* e *Microconodon*, esaminati da Osborn e considerati come mammiferi, sono messi in dubbio da alcuni e ultimamente anche da Gregory, che vorrebbe scoprire in essi forme di promammiferi. I documenti sono due mandibole di piccoli animali, e queste mandibole constano d'un solo elemento come nei mammiferi soltanto; quindi, malgrado quello che si è scritto su di esse, credo che possano essere accettate come appartenenti a mammiferi e non ad animali ipotetici, avendo esse forme definite. Altri documenti mostrano esseri che per i loro denti sono denominati Multitubercolati anche Polimastodonti, Triconodonti, Tritubercolati; si considerano questi esseri o come marsupiali primitivi, o marsupiali alcuni, altri insettivori. Però i dubbi sono molti intorno alla loro posizione si-

stematica, perchè i documenti sono o mandibole soltanto o anche soli denti, e le analisi e le conclusioni da queste non possono essere che imperfette, e così che gli autori non sono fra loro d'accordo. Vero è che supplisce in parte la comparazione con viventi animali, ma sempre vi è una limitazione che rende insufficiente il giudizio; comunque siano questi esseri di cui si hanno i resti nel mesozoico, certamente sono mammiferi che nulla hanno di comune con i rettili come tali, e appariscono come viventi di nuova formazione e con strutture distinte. Invero sono pochi finora questi documenti che attestano l'apparizione d'un nuovo tipo animale; e bisogna attendere il terziario per avere una ricca fauna mammalogica. Il fatto però è molto simile a quel che abbiamo trovato all'origine della vita, mentre il cambriano è ricco di forme animali e con grande numero individuale, il precambriano finora ha dato un numero molto esiguo di documenti, potremmo dire raro, e tali che si trovano anche nel cambriano. Questo fatto suppone che la formazione del tipo mammifero debba essere riportata ad un periodo molto anteriore al triassico, quando soltanto in questo periodo si hanno le prime apparizioni dei mammiferi.

Se noi riassumiamo in poco i caratteri che mostrano il distacco assoluto dei mammiferi dai rettili, avremo da confermare che i primi non sono stati una trasformazione dei secondi. Già sopra mostrammo che la formazione ossea

del cranio di rettile è di numerose placche, che per analogia si denominano come le ossa craniche dei mammiferi; anche embriologicamente la origine è differente, chè la calotta cranica dei mammiferi è membranosa, mentre il cranio dei rettili è tutto cartilagineo e si ossifica in seguito. Inoltre la calotta cranica dei mammiferi comprende nella intera sua cavità il cervello, mentre quella dei rettili ha un setto separato e osseo dentro cui si racchiude il cervello, così che questo ha un volume ridottissimo in relazione al cranio; e nell'evoluzione medesima dei rettili, come si vede nei varî Dinosauri, nei Sauropodi e nelle forme di Ceratopsidi, il cervello, chiuso in un settore osseo separato nella grande cavità cranica, ha un volume relativamente anche più ridotto e sproporzionato alla mole dell'animale, mentre nei mammiferi di regola aumenta, sia pure in proporzione ineguale nelle forme varie. La mandibola, com'è saputo, ha una struttura assolutamente diversa nei due tipi animali, e una differente articolazione col cranio, e non vi sarà teoria alcuna che possa spiegare il fatto come una trasformazione d'un tipo nell'altro.

Due altri fatti separano assolutamente rettili da mammiferi, cioè a dire i caratteri esterni tegumentarî e la temperatura interna con la circolazione sanguigna. Ciò mostra che il mammifero è fatto per un abitato terrestre asciutto, e il rettile per uno acquatico, sia mare, lago, palude, fiume. Insomma il mammifero ha una

costituzione morfologica fondamentalmente diversa dal rettile, e una funzionalità fisiologica sua propria, adatta alla struttura e all'abitato.

Oltre ai caratteri osteologici e tegumentari che separano in modo assoluto i rettili dai mammiferi, è da aggiungere un fatto molto importante che mostra, per l'origine supposta, il distacco dei mammiferi mesozoici dal supposto gruppo dei cinodonti come progenitori, cioè la piccola mole di questi mammiferi; fatto che Marsh obbiettava nella discussione che si ebbe a Cambridge. E l'obbiezione è di molto valore, quando si pensi che non sia possibile un'evoluzione con impiccolimento o riduzione delle forme animali, mentre si conosce che appunto avviene il fenomeno opposto, come avremo occasione di vedere in seguito.

Ora se i primi mammiferi, comunque siano giudicati, marsupiali soltanto o anche marsupiali alcuni, placentari insettivori altri, come vorrebbe Osborn, sono apparsi, almeno finora, nel triassico, è da pensare che la loro formazione organica debba aver cominciato molto innanzi di questo periodo geologico, e probabilmente forse nel medesimo tempo dell'origine dei rettili, cioè parallelamente, come due rami di vertebrati che andarono formandosi e svolgendosi fra abitato acquatico e terrestre. Così mentre i rettili, malgrado avessero respirazione aerea, per la quale si separano nella vita embrionale e larvale dagli anfibi, e propria degli animali ter-

restri, pure sono rimasti sempre come animali che facciano vita incompletamente acquatica e quindi anche terrestre; alcuni anzi sono addirittura tornati all'esclusivo abitato acquatico. Non così i mammiferi, che si sono emancipati completamente dall'abitato di loro origine e sono divenuti animali esclusivamente terrestri, meno un gruppo che è tornato al mare.

Come ciò sia avvenuto non è facile spiegare; ma la difficoltà della spiegazione è comune ai rettili come ai mammiferi, benchè i primi siano rimasti semiacquatici. Se si accetta però il concetto di alcuni biologi, che questi animali primitivi mammiferi, come altri viventi, marsupiali e insettivori, siano erbivori, noi possiamo imaginare che le forme larvali, chiamiamole così, dei futuri mammiferi non si formassero sul suolo nudo, ma si arrampicassero sugli alberi e colà si sviluppassero completamente assumendo quei caratteri che loro son proprî e non soltanto gli scheletrici, ma anche gl'interni viscerali, e gli esterni del tegumento, cedendo alle condizioni esterne di vita; e nel tempo stesso acquistassero le nuove forme di circolazione sanguigna e la formazione adatta del cuore e con ciò la temperatura caratteristica propria dei mammiferi. Sostanzialmente ammettiamo una nuova costituzione organica superiore assunta dagli animali che già nella formazione embrionale loro propria e in quella successiva che abbiamo denominata larvale, si distaccarono dalla

costituzione formativa dei rettili. Da ciò noi crediamo che la separazione fra rettili e mammiferi sia primordiale, come due formazioni di viventi vertebrati che si svolsero, pur avendo alcuni caratteri generali comuni, indipendentemente l'uno dall'altro, e rimasero sempre così, malgrado che nei varî svolgimenti e nella moltiplicazione delle variazioni si trovassero alcuni caratteri generali comuni, anche per gli organi speciali alla conservazione della vita, sistema nervoso, organi per la nutrizione, muscoli, organi sensorî e altri. Ciò, come altra volta dicemmo, non ci sorprende minimamente, perchè noi troviamo che gli organi servono alle funzioni della vita, e le similarità, le analogie, le omologie di quelli bisogna interpretarle nel significato delle funzioni comuni a qualsiasi tipo animale, non nel significato d'una origine unica.

L'obbiezione più forte che si potrebbe fare alla nostra ipotesi sull'origine indipendente dei mammiferi è la medesima di quella che si farebbe sull'origine dei vertebrati in generale e di ciascuna classe in particolare, cioè a dire che non sembra possibile concepire la formazione d'un animale così complesso di forme da una sostanza viva amorfa che si svolga gradatamente fino a divenire un vertebrato, pesce, anfibio, rettile e mammifero, separatamente e indipendentemente. La medesima obbiezione vale, e già avvertimmo, per quei gruppi d'invertebrati, così complessi morfologicamente che vedemmo nel cambriano

e in seguito. La risposta che demmo a quest'ultima obbiezione, fu che il fenomeno o l'avvenimento meraviglioso, come noi lo spiegammo, trova la stessa e identica obbiezione, se si ammette con tutti gli evoluzionisti, che i pluricellulari invertebrati siano derivati da una cellula minuta che costituisce un essere compiuto. Per noi, anzi, la difficoltà sarebbe maggiore nel concepire che da un unicellulare, differenziato in animale compiuto, potesse prodursi un animale differente, data la permanenza delle forme di ogni tipo, e anche senza questa caratteristica. Quindi ammettemmo che un vivente di forme nuove dovrebbe aver nascimento da sostanza viva indifferenziata, non da un vivente indifferenziato che non può esistere e che affermiamo essere una concezione assurda.

E che siamo nel vero, lo conferma un fatto curioso, a dir vero, cioè che gli evoluzionisti che ammettono facilmente le trasformazioni tipiche e quindi i progenitori da ricercarsi in forme che si considerano più basse, non possono accettare come tali le forme dette differenziate degli animali; ma vanno in cerca d'una qualche forma che dovrebbe essere intermedia fra la bassa e la più elevata, e non la trovano, perchè non può esistere una tale forma strana, e mostruosa. Questa verità abbiamo mostrato nel contesto del nostro discorso e per ogni grado di animale. Esistono, invero, forme che sembrano intermedie o incipienti di un nuovo

tipo animale, p. es., l'anfiosso, che sembra forma incipiente del tipo vertebrato; ma l'anfiosso è un animale recente e non può servire allo scopo, se non sia, in ogni caso, il modo di dimostrare i processi per i quali può passare un vertebrato o per i quali è passato; ma non sarà stato l'anfiosso il progenitore dei vertebrati. Per il passaggio dai pesci al gruppo anfibî e rettili, si è supposto che il progenitore sia un tipo di ganoide; ma nessuno dei conosciuti. E per i mammiferi abbiamo mostrato le ipotesi di progenitori che non esistono e non possono esistere. Se si volesse dar valore ai monotremi come animali che rappresentano forme intermedie fra rettili e mammiferi, si opporrebbe il fatto che questi animali sono recenti; il ricordo più antico viene dalla stessa Australia, dove quei recenti vivono, ed è del plistocene. So, però, che alcuni di quei mammiferi mesozoici si vorrebbero battezzare per monotremi, ma ciò è soltanto un'impressione personale senza prova sufficiente.

Se adunque i tipi animali, come abbiamo constatato, non mutano, non si trasformano in altri tipi, se le forme animali son tutte di fatto specializzate, se i così detti e supposti progenitori non si trovano, perchè non esistono, l'origine di tipi nuovi dev'essere indipendente.

L'origine dei tipi animali, bisogna ricordarlo, è opera di milioni di anni; se gl'invertebrati apparvero prima dei vertebrati, ciò forse avvenne perchè la loro formazione ebbe comin-

ciamento prima degli altri tipi, non perchè, io credo, essi fossero meno complessi. Se la Beltina del precambriano rappresenta un *Eurypterus*, come crede Walcott, il fenomeno è più meraviglioso dell'apparizione d'un pesce. Del resto i pesci già cominciarono a vedersi nell'ordoviciano, in un periodo geologico cioè appena posteriore al cambriano; segno evidente che la loro formazione era cominciata molto tempo innanzi, forse anche nel precambriano, come gli invertebrati, che nel cambriano avevano formati i loro tipi. Qui anche appare evidente che questi primi pesci non erano una trasformazione di tipi preesistenti ed invertebrati. Quei curiosi placodermi, quei colossali artrodiri, così differenti dai pesci di tipo moderno, dovevano presto sparire per dar posto ai varî vertebrati che ancora popolano i mari e le altre acque. I primi non erano nè potevano essere i progenitori degli altri, tanto erano differenti e specializzati; quindi gli ultimi erano nuove forme di nuova formazione, dovuta alla continuità della vita.

Come e dove avvenivano queste creazioni? Che avvenissero nei mari, per noi non vi può essere dubbio, come avvenissero non sappiamo nè sapremo, anche speculando o filosofando. Sappiamo ora soltanto, come si riproducono i viventi che esistono, ma nel modo più superficiale per mezzo di osservazioni e di esperimenti; conosciamo l'esistenza di embrioni e di larve, che sono forme transitorie e abbreviazioni di

processi lunghissimi avvenuti in tempo non calcolabile; vediamo con i nostri proprî occhi lo svolgersi e quindi il formarsi di un individuo in vari mutamenti e accrescimenti di cellule e di tessuti; ma con questa cognizione possiamo formarci appena una pallida idea dell'origine delle forme viventi e con ipotesi più o meno conformi alla realtà quale approssimativamente ce la rappresentiamo.

Le medesime espressioni potremmo adoperare per l'origine degli anfibî e dei rettili: la loro formazione prima della loro comparsa deve essere avvenuta in milioni di anni, e quindi ignoriamo quando sia cominciata; l'organizzazione di cellule, di tessuti, di organi, di forme complete per l'esistenza è dipendente da un lavoro lungo e lento di formazione, come una lenta deposizione di strati terrestri che hanno formato le centinaia di metri dei sedimenti, e noi non possiamo che imaginarla; lo studio analitico embriologico ci mostra lo sviluppo abbreviatissimo delle lentissime formazioni, e non altro. Ma questo studio ci manifesta un altro fatto non meno essenziale, che è in armonia con quanto finora abbiamo sostenuto, la permanenza dei tipi, che costantemente si riproducono e non si trasformano; così abbiamo trovato come fatto, fin dall'origine della vita, che nessun tipo si è trasformato in altro differente, ma di quelli sopravviventi il tipo rimane immutato. L'embriologia, quindi, è con noi, e per questo non accet-

tiamo la dottrina delle trasformazioni tipiche delle forme, mentre ammettiamo, perchè è pure fatto, l'evoluzione di esse.

Anche i mammiferi devono aver seguìto lo stesso processo lentissimo e compiuto in milioni d'anni; vi è per loro un mutamento profondo d'abitato, difficile ad esplicare chiaramente non soltanto per la nostra teoria, ma anche per la comune concezione della trasformazione delle forme di rettili; insegnino tutte le teorie escogitate dai biologi e tutte le possibili esplicazioni che rimangono soltanto come opinioni e ipotesi non confermate.

Così dall'aspetto generale in cui si presentano le forme della vita fin dall'origine, noi vediamo un'evoluzione nelle forme dei viventi, e vi vediamo anche un'unità organica nelle leggi che governano la vita, vale a dire nelle funzioni fondamentali, al cui soddisfacimento concorrono le forme varie dei gruppi animali più differenti, i più elementari e i più elevati morfologicamente: vivere è il fine degli organismi, e per questo fine devono alimentarsi e riprodursi, e tutti gli organi in qualsiasi tipo animale vi concorrono; la morfologia assume un carattere secondario rispetto alla fisiologia.

Come spesso ho affermato, non un solo individuo nasce o si forma all'origine d'un tipo animale, ma una serie che ho denominata stirpe, o, con una parola più espressiva, nidiata. Così dev'essere avvenuto per i mammiferi come per

altri animali. Ma di più ho fatto vedere che le forme tipiche sono prodotte indipendentemente le une dalle altre, e gli esempi evidenti furono trovati già all'origine della vita fra i vari invertebrati. Ora i mammiferi mesozoici, che sono i primi ad apparire, si manifestano in forme differenti, che i paleontologi tentano di ricondurre a forme note di marsupiali e anche d'insettivori; ma veramente sono distinti o come multitubercolati, polimastodonti, tritubercolati, e anche con altri nomi. Essi sostanzialmente sono differenti, malgrado con sforzo analitico si voglia ridurli a forme fra loro affini; e non sono pochi coloro che vi hanno lavorato, e ricordo Ameghino, Broom, Osborn, Gregory, Owen, Lydekker, Matthew ed altri ancora. Ma qualunque affinità si trovi, è indubitato che quelle forme sono primitive e differenti, così che la poligenesi apparisce evidentemente in questi mammiferi mesozoici e insieme l'indipendenza dei tipi.

In seguito si trova una grande lacuna fino al principio dell'epoca terziaria, in cui si ha subito una grande moltitudine di forme differenti, che richiedono la loro origine che è oscura. Dicemmo per questo motivo come questa apparizione dei mammiferi avesse molta somiglianza con l'apparizione delle varie forme d'invertebrati nel cambriano.

Come in miei lavori precedenti ho scritto, si sogliono distinguere da paleontologi americani mammiferi di forme arcaiche, quali sono i Creo-

donti, i Condilartri e gl'Insettivori primitivi, e mammiferi di forme moderne. Alcuni credono di trovare nei primi i precursori come progenitori dei secondi, altri non ammettono ciò, e credono che i mammiferi di tipo moderno abbiano avuto altra origine, mentre quegli altri andavano estinguendosi. Siccome poi credesi di trovare comunità di origine degli stessi tipi moderni in Europa e nel Nordamerica, si fa l'ipotesi d'un centro comune polare, in cui quei tipi si sarebbero formati e in seguito emigrassero per le due regioni. Questa ipotesi noi non accettammo per difficoltà geologiche e paleogeografiche (1) e non vi ritorniamo, rinviando alla discussione; ammettemmo piuttosto un'evoluzione di alcuni tipi arcaici in tipi moderni, come vorrebbero Matthew, Wortman, Gregory.

Ora a noi il problema si presenta sotto nuovo aspetto, perchè, quando scrivevamo quei lavori, non eravamo giunti alla concezione dell'origine della vita come ora, che abbiamo preso il problema dalle sue origini e studiato nel modo più indipendente come ora facciamo. Allora trovammo dubbi e difficoltà e li esponemmo senza venire a ricostruzioni più radicali come ora: l'evoluzione del pensiero esige tempo come quella degli organismi; e questo appare dalle nostre pubblicazioni ricordate. I fatti ora ci appariscono

---

(1) Cfr. *Le origini umane.* Torino, 1913. *L'evoluzione organica e le origini umane,* 1914.

sotto nuovi aspetti e quindi l'interpretazione dev'essere nuova egualmente.

Noi già ammettiamo che i mammiferi sono stati una nuova creazione e nei mari medesimi, dove crediamo, e non credo vi sia obbiezione, siano state create le forme animali precedenti, invertebrati e vertebrati fino ai rettili. Su dicemmo che la loro formazione dev'essere incominciata molto innanzi del triassico e probabilmente nel tempo stesso della formazione dei rettili. Ma affermammo che il tempo per questa formazione, come quello per altri tipi animali, dev'essere stato enormemente lungo e forse anche più lungo, date le strutture dei mammiferi. La maggior difficoltà è di spiegare come i mammiferi, che avevano cominciato a formarsi in acqua, nel mare, possano essere divenuti animali terrestri con quei caratteri che li distinguono e li separano dai rettili. Su questo problema ci sia permesso di emettere un'ipotesi.

Certamente i fenomeni biologici non sono indipendenti dai geologici, come gli animali e le piante dipendono da condizioni fisiche d'ogni natura. Per questo ricordiamo un avvenimento geologico proprio di quei periodi in cui i mammiferi erano in formazione nelle acque marine; con ciò non intendo affermare che avvenimenti simili non fossero accaduti in altre epoche geologiche, ma che quello cui vado affermando avviene in un caso coincidente con la formazione dei mammiferi. Nel triassico già incominciavano

quelle trasgressioni marine che dovevano giungere al culmine nel cretaceo; e l'Europa, specialmente nella sua parte occidentale, fu invasa dal mare, fu in un periodo separata dall'Asia, e anche dall'Africa, così che un mare, dove in seguito fu il Mediterraneo, si estendeva da oriente fino al mare Indiano. L'America ebbe minori invasioni marine. Questo è l'avvenimento cui ho accennato.

Ora è naturale il pensare che il contenuto marino era insieme con le acque riversato sulla terra, e non soltanto animali già formati passavano sui continenti invasi, per esempio i pesci, ma anche quelli che si trovassero in via di formazione, come crediamo noi fossero i mammiferi. Da quanto è saputo, non erano molto profondi gli allagamenti, almeno certamente in alcune parti invase, così che si formassero lagune, mari interiori, paludi, secondo il movimento d'immersione della terra, che era vario. Così gli animali che abitavano già la terra, i rettili, potessero continuare a vivere in alcuni luoghi, mentre alcuni passarono alla vita marina, gl'Ittiosauri; e al contrario animali marini passarono a vivere entro terra in lagune e fiumi. In questi avvenimenti i mammiferi che erano probabilmente in uno stato che diciamo embrionale, furono lanciati sui continenti in parte sommersi, e quivi continuarono a svilupparsi ma sotto nuove condizioni, acquistando i caratteri di animali terrestri. Forse allora per necessità di vivere

e di nutrirsi si arrampicarono sugli alberi, e la flora era ricca e rigogliosa in quel tempo, e divennero animali arboricoli, come furono giudicati alcuni marsupiali e placentari, e come ancora alcuni di loro continuano ad essere.

Io vorrei ricordare qualche fatto che richiama il pensiero all'origine marina dei mammiferi. Andrew parlando del *Moeritherium*, scoperto nell'eocene egiziano, e in formazione fluvio-marina, avverte che quest'animale era anfibio, cioè che viveva nell'acqua; questo animale, dunque, che sembra un progenitore dei proboscidei, deve essere un prodotto d'origine acquatica, e, secondo la nostra concezione, marina. E l'ippopotamo in questo somiglia al *Moeritherium*, vive nei fiumi e nei laghi, e deve naturalmente con questo ricordare la sua origine acquatica. Quell'altro animale scoperto anche al Fayum che è lo *Zeuglodon*, sarebbe misterioso per la sua origine, se non si attribuisse al fatto che esso si formasse in terra sommersa e in seguito prendesse il mare come abitato definitivo: cioè è un mammifero che era in formazione nelle acque marine, fu lanciato nella trasgressione marina sulla terra, rimase e si compì in acque basse e probabilmente salmastre e tornò al mare. Non credo, per quanta somiglianza avessero i suoi denti con quelli di creodonte, che lo *Zeuglodon* fosse in origine creodonte. Nè è a tralasciare un rinoceronte acquatico dell'oligocene inferiore, l'*Amynodon*, cioè uno dei primitivi di questa

stirpe animale. Sono inoltre parzialmente acquatici l'orso polare, il Capibara, il Castoro, alcuni sciuridi, le Otarie; questo non mi pare che sia semplicemente un effetto di nuovo adattamento, come si crede, ma piuttosto un fatto che ricorda l'origine acquatica dei mammiferi, e quindi in questi casi una sopravvivenza.

Or, se, come per ipotesi ho ammesso, i mammiferi primitivi compirono la loro organizzazione in terraferma, sia stata o non paludosa, ma coperta di vegetazione, dopo che, ancora in uno stadio di formazione, diciamo embrionale, furono introdotti dentro terra a causa delle trasgressioni marine, si può spiegare il fatto, senza l'ipotesi d'un centro polare di formazione e d'irradiazione, o di altre migrazioni, che quei tipi animali si sviluppassero simultaneamente in varî continenti; e anche ciò concorderebbe con quel principio che abbiamo sostenuto fin dal momento dell'apparizione della vita, cioè che l'origine dei tipi animali è indipendente e molteplice per ogni tipo, poligenica cioè e per la moltiplicità dei tipi e per la moltiplicità individuale di ciascun tipo. Se nell'Europa e nel Nordamerica si sono trovate forme di mammiferi dello stesso tipo, il fatto si deve spiegare per il motivo che i medesimi elementi in formazione vennero dalle acque marine tanto nel continente europeo, quanto in quello nordamericano, e si svilupparono indipendentemente ma non identicamente. E ora mi piace di ricordare che dall'esame che

ho fatto nei due volumetti citati, non ho mai trovato identità di forme comuni all'Europa e all'America del nord, ma piuttosto somiglianza, completa se si vuole, con caratteri in qualche parte varî; e ciò implica il fatto d'uno svolgimento indipendente nei tipi europei e americani, attribuiti ad identici animali. Con questa medesima ipotesi io credo possa risolversi il problema della fauna mammalagica della Patagonia, nella quale la similarità di alcune forme con quelle nordamericane e del mondo antico ha posto un problema che sembra insolubile, mentre molti fenomeni biologici sono comuni alle une e alle altre.

Noi abbiamo discusso largamente questi fatti della non identità delle forme dei mammiferi nei varî continenti, incominciando da quelle di tipo arcaico, e discutendo quelle di tipo moderno, Equidi, Rinocerotidi, Proboscidei e altri; abbiamo mostrato che si sono dati nomi identici a forme non identiche ma soltanto simili. Tutto ciò rivela che le origini sono poligeniche, o stirpi come abbiamo dimostrato, ovvero nidiate composte di un numero vario d'individui, e quindi naturalmente non identici, almeno nel modo assoluto. Per quel problema speciale per il quale si fecero le ipotesi di un centro polare di formazione e irradiazione di mammiferi comuni all'Europa e alla America settentrionale, se si accettasse la nostra ipotesi dell'origine marina dei primi mammiferi, sarebbe l'Atlantico la matrice da cui uscirono i germi che poi si

svolsero nelle due regioni e si svilupparono simultaneamente. Per ricordare un esempio dirò quel che scrisse Osborn in una sua splendida memoria sui rinoceronti: « I rinoceronti americani, ad esempio, apparvero simultaneamente nell'eocene superiore o nell'oligocene inferiore dell'Europa centrale e del Nordamerica in uno stadio di evoluzione molto simile, essendo migrati da qualche altra regione » (1). Quale potesse essere questa regione, non è possibile rintracciarla, malgrado le varie ipotesi.

Malgrado l'ipotesi nostra, resta molto difficile a spiegare il fatto della apparizione di mammiferi con varie specializzazioni; e le forme dei tipi detti arcaici sono considerate per quel che rappresentano, complete ed egualmente con caratteri definiti, così che vi sono variazioni egualmente definite, come sa chi conosce i condilartri, i creodonti e gl'insettivori primitivi. Queste difficoltà non persistono soltanto per la nostra ipotesi, ma per tutte le altre che finora hanno tentato una spiegazione del fenomeno.

Dopo questa dichiarazione due quesiti abbiamo a risolvere, la poligenica apparizione dei tipi animali e l'evoluzione loro.

Osborn forse è stato il primo o almeno uno dei primi paleontologi che ha mostrato la mol-

---

(1) *The extinct Rhinoceroses,* " Mem. Amer. Museum N. H. ", part III, 1898. Cfr. nostra opera: *L'evoluzione organica,* ecc., cit.

teplicità dei rami o phyla animali nell'evoluzione. I suoi lavori classici sui Titanoteri e sui Rinoceronti hanno rivelato nel modo più evidente questo fatto, che ora è di dominio comune, così che finora, oltre ai due tipi ricordati, si conoscono come polifiletici, gli Ippoidea, Tapiridae, Ancilopoda, Chalicotheriidae, fra i perissodattili, e Tragulidae, Entolodontidae, Anthracotheriidae, Oreodontidae, fra gli artiodattili; altri ne potrei riferire, se fosse necessario. Ora questo fatto chiaramente costatato e stabilito non ha ricevuto nessuna spiegazione da parte di coloro che l'affermano e la mostrano; io invece ho ricercato la spiegazione nel poligenismo, e mi fu addebitata come una veduta mia personale erronea, quasi che io avessi confuso la polifiletica con il poligenismo.

Io affermo di non aver confuso nulla, ma di avere costatato il fatto che i varî rami d'una forma animale derivano dalla moltitudine originale degli elementi animali. Come abbiamo mostrato per gl'invertebrati, fin dalla loro origine essi sono nati come una nidiata per ciascun tipo, ciò dicemmo *stirpe* con linguaggio che manteniamo; ammettere, dicevamo, che la creazione d'un tipo animale fosse come quella supposta di Adamo e di Eva, cioè d'unico individuo con la sua femmina, è un assurdo, perchè inconcepibile; e qualunque sia stato il modo d'origine, naturalmente una serie di elementi doveva nascere. Or se ciò è incontestabile, come a noi

sembra, è da ammettere egualmente che gli elementi della stirpe non possono essere identici così che nello svilupparsi diano forme identiche egualmente. Vi è, abbiamo detto, una variazione primitiva, originale negli elementi stessi della stirpe; e basterebbe la più superficiale esperienza per convincersi della verità di questa affermazione, solo ad osservare le foglie d'una pianta, o i fiori o altro elemento organico, perchè ogni dubbio muoia. Se così è, segue anche naturalmente che gli elementi svolgendosi devono apparire come rami distinti del tipo da cui derivano e di cui furono parte, allora avremo il polifiletismo costatato dai varî paleontologi e la sua spiegazione naturale. Avviene che non tutti gli elementi d'origine sono vitali, alcuni periscono fin da principio, altri periscono nel corso del loro ulteriore sviluppo, e sopravvivono quelli più vitali; così, p. es., è avvenuto per i varî rami di *equidi*. Certamente i documenti paleontologici non sono completi; se lo fossero, noi potremmo seguire con passo sicuro il fenomeno. Malgrado però le imperfezioni dei ricordi, i quali senza dubbio aumenteranno, abbiamo tanto in mano da poter ricostruire la storia di alcuni gruppi o serie o stirpi di animali, dei quali alcuni sono estinti, altri hanno lasciato qualche discendente, altri infine continuano la loro esistenza.

Veniamo ora all'evoluzione. Sembrerebbe opera imbarazzante volere spiegare l'evoluzione dei mammiferi secondo la nostra concezione già sostenuta

fin da principio, ma non è così. Sostenemmo e sosteniamo che vi è stata un'evoluzione, ma non già una trasformazione di un tipo in altro negli animali; che vi è stata una variazione primitiva con la creazione dei tipi in stirpi, e una variazione conseguente o secondaria che moltiplica le forme e le svolge; quindi l'evoluzione, secondo questi concetti, si ferma qui e non va oltre a creare nuovi tipi. Nello svolgimento di questi principî applicati a tutti gli animali, trovammo la persistenza dei tipi di origine attraverso le epoche geologiche, come anche, negli invertebrati principalmente, ma in vertebrati ancora, la persistenza inalterata di forme primitive, fenomeno meraviglioso che ha dell'incredibile. Trovammo che di tutte le forme tipiche nate nel cambriano soltanto poche sono perite, le altre hanno variato finora e sono esistenti nelle loro variazioni, il tipo restando fermo; e trovammo che questi fatti incontestati e incontestabili dimostrano ancora più la tesi che nessun tipo si è trasformato in un nuovo differente; la vita si è rinnovata sempre variando, ma non ha perduto delle forme create in origine che alcune, le altre restando inalterate nei tipi persistenti.

Questi principî derivati direttamente dall'interpretazione dei fatti e non soltanto offerti dagli invertebrati, ma ancora dai vertebrati inferiori ai mammiferi, vogliamo applicare anche a questi, non come una teoria, ma come un'espressione convergente con le manifestazioni di fatto che derivano dall'esame degli stessi mammiferi.

Avanti tutto una questione pregiudiziale: sono i mammiferi di tipo arcaico i progenitori di quelli di tipo moderno? E questo quesito deriva dalla separazione fatta dai paleontologi americani dei primi dai secondi; e i primi sarebbero quelli coi nomi di Creodonti, Condilartri e Insettivori. Io ho discusso altrove questo quesito sollevato e risolto dagli stessi paleontologi americani in modo differente.

Dei Creodonti Wortman ne fa un sott'ordine dei carnivori, e da essi passa ai Carnassidentia che sarebbero i carnivori da quelli derivati. Matthew anch'egli si occupò largamente e con molta analisi; io ne riferisco qualche conclusione. Scrive: « Gli antenati cretacei dei carnivori erano un gruppo di piccoli mammiferi arborei rassomiglianti all'Opossum in grandezza e in abito, ma molto vicino alleato agl'insettivori primitivi ». Egli ne fa tre phyla: *Acreodi*, *Pseudocreodi*, *Eucreodi*, le prime specializzazioni sono *Mesonychinae* di Acreodi, *Arctocyomidae* di Eucreodi, le altre sono più avanzate. « I residui di Creodonti primitivi (come antenati) al cominciare del terziario erano divisibili in tre gruppi, di cui tutti avevano sviluppato i denti molari a scalpello, come nel moderno Opossum. Il gruppo più arboreo, lontanissimo dagli Insettivori, e il più elevato nello sviluppo cerebrale, aveva i molari posteriori ridotti in grandezza. In un secondo gruppo, vicinissimo agl'Insettivori, e forse di abitudine anfibia, i molari erano ridotti in

numero. M. $\frac{3}{3}$ essendo assente, ma M. $\frac{2}{2}$ non erano ridotti in grandezza. In un terzo e intermedio gruppo di abitudini più terrestri, i molari non erano ridotti nè in numero nè in grandezza. Da questi tre gruppi si svilupparono forme predacee terrestri con denti a scalpello ». Della specializzazione dei tre phyla, *Acreodi*, *Pseudocreodi*, *Eucreodi*, nacquero i carnivori fissipedi; *Canidae*, *Ursidae*, *Mustelidae* da una parte, e *Felidae*, *Hyaenidae*, *Viverridae* dall'altra, come effetto di due nuovi phyla paralleli, vennero da *Miacidae* (Eucreodi); gli altri due gruppi diedero altri successori paralleli a quelli di sopra. Matthew inoltre fa osservare che il numero e la varietà dei carnivori di Bridgerbed (eocene medio) è grande » (1).

Scott scrive che i Creodonti erano un insieme estremamente vario di abito, carnivori, onnivori e presumibilmente insettivori; sono da lui divisi in sei famiglie che si trovano in quella classificazione di Matthew. Ammette che *Miacidae* « sia un gruppo che siasi separato dagli altri Creo-

---

(1) WORTMAN, *Studies of Eocene Mammalia in the Marsh Collection. Peabody Museum. Part I: Carnivora.* " Amer. Journal of Science ", voll. XI-XIV, 1901-02.

MATTHEW, *Carnivora and Insectivora of the Bridger Basin,* " Mem. Amer. Museum Nat. Hist. ", part VI, vol. IX, 1909.

Cfr. nostre opere: *Le origini umane* e *L'evoluzione organica,* cit.

donti nel più antico paleocene e gradatamente ha assunto le caratteristiche dei fissipedi, nello stesso tempo dividendosi in molti rami e phyla. Nell'eocene superiore questo gruppo passava quasi impercettibilmente nei Fissipedia, più comunemente nella famiglia Canidae, la quale rappresenta la linea centrale dello sviluppo dei Fissipedia » (1).

Osborn non crede che i mammiferi di tipo moderno siano un'evoluzione di quelli di tipo arcaico e principalmente perchè questi hanno un cervello piccolo in riguardo a quelli. Veramente questa obbiezione dovrebbe valere anche per l'origine dei mammiferi dai rettili, che egli con altri ammette, avendo questi cervello assolutamente piccolo. Il concetto di Osborn non è accettato da Gregory che ammette un'evoluzione anche nel cervello, e sostiene appunto che animali con cervello grande derivano da animali con piccolo cervello (2).

In quanto ai Condilartra, meno Gregory che sostiene l'evoluzione loro verso gli ungulati, altri sono negativi; questi animali apparvero nel paleocene e si estinsero prestissimo nell'eocene inferiore. Scott ammette che essi perissero senza discendenti. Sono gl'insettivori apparsi nel paleocene e nell'eocene i progenitori di tutti gli altri

(1) Scott, *History of Land Mammals in the Western Hemisphere.* New York, 1912.

(2) Op. cit., pagg. 458-9.

venuti dopo? Parrebbe che essi rappresentassero sempre le forme arcaiche.

Noi abbiamo trovato nelle nostre ricerche che i Condilartri furono soltanto americani, e se si ammettesse che essi fossero i progenitori degli ungulati, sarebbe impossibile trovare una spiegazione per gli ungulati europei e d'altra regione non americana; quindi è più che probabile che questi mammiferi arcaici si estinguessero senza discendenti. Al contrario sembra che i Creodonti avessero avuto molta vitalità e che si sieno sviluppati verso tipi più avanzati; ma con evoluzione polifiletica nel medesimo modo come già erano costituiti in molti phyla, riconosciuti da tutti coloro che ne esaminarono i documenti, phyla che appariscono originarî, cioè poligenici. Non dimentichiamo che Matthew trova alcuni arboricoli, altri anfibî di abito, e ciò concorda con la nostra ipotesi marina.

Tutto ciò che si riferisce all'origine dei mammiferi di tipo moderno è incerto e più che incerto è contrastato; non vi sono che analisi morfologiche, comparazioni e alcune induzioni in relazione ai mammiferi mesozoici e paleocenici, come rami che precedono i tipi moderni; i dubbi superano le probabilità intorno ai presunti progenitori e i successori: questo è il mio giudizio. L'evoluzione di alcuni gruppi, però, sembra stabilita solidamente, con essi apparisce una luce che si proietta anche su quei gruppi animali che finora ci hanno offerto documenti

incompleti e frammentari, così che noi possiamo essere sicuri come anche per questi ultimi l'evoluzione abbia avuto il medesimo corso.

I gruppi, che sono poi le stirpi dei mammiferi, i quali ci offrono la storia della loro evoluzione, sono quelli di alcuni tipi importanti e già noti; di essi si conoscono bene o relativamente bene i Perissodattili in alcuni loro rami, come ancora alcuni rami di Artiodattili. Dei primi sono più noti per la loro storia evolutiva gli Equidi, seguono i Titanoteri; dei Rinocerotidi la storia è più complessa e meno chiara, ancor meno quella dei Tapiridi. Malgrado ciò, la loro evoluzione non ammette dubbi; invece che su unica linea, si è prodotta su molte linee, cioè è polifiletica varie volte nei varî rami, come nei Rinocerotidi; mentre nei Tapiritidi si hanno meno elementi di continuità. Certamente è accertato che le forme primitive del tipo sono di piccola mole, che aumenta con l'evoluzione dei caratteri fino al raggiungimento di una forma definitiva. L'evoluzione si svolge in tempo estremamente lungo, che Osborn ha calcolato a milioni di anni; così i Titanoteri appariscono nell'eocene con *Eotitanops*, forma relativamente di piccola dimensione, raggiungono la forma gigantesca nel *Brontotherium* nell'oligocene superiore, dove periscono. Il cavallo apparisce nell'eocene col piccolo *Eohippus* e raggiunge la sua forma definitiva nel pliocene superiore, impiega quasi tutta l'epoca terziaria calcolata circa a 3.000.000 di anni.

Degli Artiodattili ricordo qui il *Camelus* che subisce un'evoluzione analoga al cavallo, i Proboscidei hanno cominciato nell'eocene col *Moeritherium* e il *Palaeomastodon*, e si sono svolti e moltiplicati in molti phyla per tutto il terziario e parte del quaternario in forme colossali. Potrei riferire di altri tipi di mammiferi, ma non è mio scopo di mostrare tutti gli avvenimenti che riguardano la loro evoluzione; io rinvio il lettore per i Titanoteri e i Rinoceronti alle esaurienti memorie di Osborn, per gli Equidi agli ultimi lavori americani di Gidley e Granger, che hanno fatto la revisione su gli studi precedenti; ma per una compilazione magistrale di tutti i tipi dei mammiferi, io non credo che vi sia un'opera migliore di quella di Scott e per i criteri e per l'ordine, come per le sue vedute personali giudiziose (1).

Dall'evoluzione dei tipi si ricava quel che ho sempre affermato come effetto di osservazione sui fatti, cioè che vi è stata evoluzione nell'ambito proprio dei tipi animali, ma non mai trasformazione di un tipo in altro differente, come comunemente ammettesi, per la dottrina corrente dell'evoluzione: nessun tipo di mammifero trascende il proprio tipo, qualunque siano le variazioni. Una considerazione speciale merita questa forma di evoluzione dei mammiferi, e già ho

(1) *A History of Land Mammals in the Western Hemisphere*. New York, 1912.

avanzato una spiegazione parlando dell'evoluzione dei rettili. In generale i mammiferi cominciano ad apparire con piccole dimensioni e con alcuni caratteri determinati, ma poco conosciuti o in parte soltanto, mancando gran numero di documenti, e rimanendo soltanto gli scheletrici neppure interamente conservati. Questi piccoli animali vanno aumentando di mole e di caratteri, perfezionano quelli che avevano in origine svolgendoli, come si è costatato, p. es., per i denti e per altre parti del corpo, finchè raggiungono uno stato nel quale si fermano e rimangono stazionari o periscono. Non è soltanto il cavallo che ha fatto questo sviluppo, come già abbiamo detto; come non è avvenuta in questo solo animale quella riduzione delle dita delle mani e dei piedi nel corso dell'evoluzione; alcuni tipi della Patagonia, come i Litopterna, hanno avuto lo stesso fenomeno. Il Camello degli Artiodattili l'ha subìta in altra direzione, seguendo una linea evolutiva propria.

È utile di spiegare il carattere di questo fenomeno evolutivo ora descritto; e credo che esso si possa considerare come una formazione continua verso uno sviluppo definitivo della forma animale, ma divisa in varî stadî, e così che ogni stadio sia come una fermata temporanea senza che apparisca in uno stato d'incompletezza morfologica; sia cioè una gradazione ma nel tempo stesso uno stato completo in un periodo dato. Se ora ci appariscono come gradazioni questi

stadî successivi, ciò è perchè noi possediamo le forme d'origine, le successive e infine la forma completa finale. Ora a noi sembra che la serie successiva di questi stadî evolutivi possa essere paragonata con gli stadî larvali degl'invertebrati e dei pesci, ma in modo più grandioso e più estensivo, e ancora più lento. Abbiamo detto come Osborn vorrebbe assegnare centinaia di migliaia e milioni di anni all'evoluzione dei mammiferi, calcolando dall'apparizione allo svolgimento definitivo nelle epoche geologiche. Ora queste cifre hanno un significato, che l'evoluzione si compie in un tempo lunghissimo e lentissimamente. Bisogna però avvertire che non tutti i mammiferi hanno un'evoluzione che si compie in tempi eguali; in alcuni è meno lenta, come avvenne nei Titanoteri, in altri è più lenta come negli Equidi. Ma vi sono alcuni tipi che hanno variazioni e anche perfezionamenti, ma non si svolgono come il cavallo e il camello; fra essi si trovano gl'insettivori, i rodenti e altri; altri sono periti senza alcuna evoluzione apparente, come i Lemuroidi europei e americani.

Questa evoluzione, dunque, è una formazione incessante come una continuazione della formazione animale nella sua prima origine; cioè il tipo animale non nasce che come un embrione che va sviluppandosi sempre anche quando apparisce che sia completo e adulto. In tale formazione l'animale nei varî stadî, come ho detto, è completo per un dato periodo, e dà anche

discendenza. Ciò ci richiama ad altra considerazione riguardo all'origine medesima dei mammiferi, che ammettemmo indipendente dai rettili per i motivi già addotti.

Se l'evoluzione d'un tipo di mammifero già costituito esige un tempo così lungo come quello di molti periodi geologici, calcolabili a centinaia di migliaia o a milioni di anni, la formazione anteriore, che chiamerei embriogenica, naturalmente esige un tempo ancor maggiore, perchè la formazione delle varie strutture dev'essere stata estremamente lenta, e deve avere superato milioni di anni. Allora quei mammiferi primitivi che apparvero nel mesozoico, e che già ammettemmo essersi formati molto prima, devono aver cominciato a formarsi in un'epoca molto più antica e forse nel paleozoico e insieme cogli anfibî e i rettili.

I primi anfibî apparvero nel devoniano superiore, gli stegocefali nel primo periodo del carbonifero, anche i primi rettili si ebbero nel carbonifero, mentre i residui dei primi pesci si sono scoperti nell'ordoviciano. Si vede un progressivo avanzarsi, secondo le epoche, del tipo vertebrale degli animali, dai pesci ai mammiferi, e già gl'invertebrati hanno fatto la loro evoluzione. Noi già abbiamo trovato un fatto, che non è un'ipotesi, cioè che nessuna trasformazione è avvenuta dai pesci agli anfibî, da questi a rettili, e dai rettili ai mammiferi; così che abbiamo dovuto ammettere un'origine indipendente per tutte le quattro classi dei vertebrati.

Ma l'anatomia comparata in sussidio della dottrina dell'evoluzione ha mostrato che vi sono strutture comuni in tutti i vertebrati, come aventi un tipo primitivo comune di formazione, vertebre, arti, sistema nervoso e altre parti; è possibile che tanta comunanza di strutture siasi prodotta indipendentemente nei vertebrati di ogni tipo? Questa è una forte obbiezione contro la nostra teoria. Ebbene io credo che questa obbiezione come una difficoltà grande sia superabile, mentre abbiamo altri capi saldi in sostegno della teoria e che già sono stati esposti.

L'indipendenza della formazione delle quattro primarie divisioni dei vertebrati è perfettamente analoga a quella delle prime divisioni degl'invertebrati, apparsi simultaneamente. Noi ignoriamo quando cominciò a formarsi il tipo vertebrale, certamente prima dell'ordoviciano, se i primi pesci apparvero in questo periodo, forse il cominciamento sarà stato simultaneo con quello degli invertebrati, o poco dopo soltanto, e nel precambriano; ma come più complesso apparve nelle prime formazioni dopo di questi ed ebbe coi pesci soltanto un primo sviluppo nel devoniano, cioè con i vertebrati puramente marini e ritenuti come i più bassi. Non tardarono a venire gli anfibî e i rettili in tempo successivo ma non molto fra loro lontani relativamente; seguirono a lungo intervallo i mammiferi del mesozoico e infine quelli del paleocene e dell'eocene. Con questi vogliamo dire che i verte-

brati tutti hanno cominciato a formarsi con un processo comune e fondamentale ma separatamente e poligenicamente. Così tutti hanno alcuni caratteri fondamentali comuni e insieme una serie di caratteri propri formati nell'origine separata. La formazione così differente, come abbiamo veduto, dipendeva ancora da un altro fattore, dall'abitato, o puramente acquatico, o acquatico-terrestre, o soltanto terrestre. Così l'origine dei vertebrati sarebbe comune e molto più antica della loro comparsa, avvenuta successivamente, secondo che il tipo andava a formarsi allo stato adulto più o meno definitivo secondo le condizioni della vita; il tempo trascorso dall'ordoviciano all'epoca terziaria sarebbe stato circa da 20 a 25 milioni di anni secondo l'età della terra nelle sue varie e successive formazioni; i mammiferi sarebbero, quindi, quando cominciarono a formarsi, così antichi come i pesci, gli anfibî e i rettili, ma la loro evoluzione formativa sarebbe stata più lenta e sono perciò apparsi ultimi.

Ma ogni tipo di vertebrato, come gl'invertebrati, non si è manifestato in una sola forma, bensì in varie e molte, che si sono sviluppate separatamente, come si sono scoperti fin dal mesozoico e nell'epoca seguente, la terziaria. Negli invertebrati il fenomeno è identico, i molluschi, p. es., sono diversi, di famiglie, di generi, di specie, si hanno i lamellibranchiati, i gastropodi, i cefalopodi; così i crostacei sono varî e diversi d'origine come altre forme: i vertebrati così

differentemente apparvero, nè mai si confusero perdendo la loro indipendenza nello svilupparsi nei proprî rami. Data la maggiore affinità delle forme degli anfibî, rettili e mammiferi, possiamo affermare che essi sono tre tronchi paralleli, o tre rami di un tronco animale che si sono sviluppati seguendo linee divergenti e in abitato proprio e differente.

XIV.

SOMMARIO: I Primati. Lemuroidi europei e americani non hanno relazione fra loro, nè con Lemuridi, Tarsidi e Primati veri. Primati del Fayum. *Parapithecus* e *Propliopithecus* sarebbero forme divergenti dagli altri Primati, e forme primordiali del tipo *Homo,* come un vero *Eoanthropus*?

Mi sono occupato due volte dell'ordine dei Primati ma con scopo differente da quello che serve a queste mie nuove ricerche, non pertanto è utile che io riferisca qualche conclusione cui allora venni.

Sui Lemuroidi ammisi che i terziari eocenici americani *Notharctus* e *Anaptomorphus* non collimano con *Adapis* e *Necrolemur* europei, e ne affermai l'origine separata. Inoltre affermai che gli uni e gli altri perirono senza lasciar discendenza, e negai la relazione genealogica dei Lemuroidi europei con i Lemuri estinti del Madagascar e i viventi compreso il *Tarsius*. Dati i caratteri primitivi dei Lemuroidi eocenici e alcune loro relazioni con gl'insettivori primitivi io li esclusi dalla fauna di tipo moderno e li collocai in quella di tipo arcaico, negando loro

il significato di Primati. Infine non trovando relazione alcuna fra questi Lemuroidi con i varî Primati affermai che nessuna discendenza si può ammettere di questi da quelli.

Delle scimmie ho fermamente sostenuto che le Platirrine non hanno relazione con le Catarrine; ne ammisi l'origine separata poligenetica, negando loro il carattere di progenitori dell'uomo, col quale, però, posi comune l'origine. Accettai, come risulta dai fatti, l'origine delle Catarrine in Africa, rivelata dai documenti scoperti al Fayum; e mostrai come la formula dentaria del *Parapithecus* fosse da Schlosser erroneamente stabilita, che la volle avvicinare a quella di Platirrine, cui attribuiva l'origine delle scimmie del mondo antico. Ciò ora è stato riconosciuto da Gregory (1).

Dopo questo tempo sono venuti nuovi fatti e nuovi lavori con nuove interpretazioni sui Lemuroidi da parte di paleontologi europei e americani.

Avanti tutto sono da ricordare i lavori di Stehlin e di Depéret; il primo fa una revisione molto analitica di Adapidi e di Necrolemuri; il secondo, in occasione di nuove scoperte nel ludiano inferiore, tratta la questione generale.

---

(1) Cfr. *Le origini umane* cit., e *L'evoluzione organica* cit., 1912-13, stampate con le date 1913-14.

GREGORY, *Studies on the evolution of the Primates*, " Bull. Amer. Museum Nat. Hist. ", vol. XXXV, 1916.

Debbo subito dire che le conclusioni di questi chiari paleontologi confermano nella massima parte le mie affermazioni sui varî Lemuroidi e le loro relazioni.

In sostanza Stehlin nell'esaminare i varî documenti su Adapidi crede di poter stabilire che *Adapis parisiensis* non si presenta come una specie nel senso della zoologia moderna, ma come un insieme di forme appena inferiore in grado al recente genere di Lemuri; da ciò la difficoltà di definire la sua posizione sistematica. In ogni maniera egli crede di distinguere tre varietà o sottospecie di *Adapis parisiensis*. Passando ad *Adapis magnus* l'Autore trova le medesime difficoltà, e discutendo le relazioni di questo con *Adapis parisiensis*, non ammette nessuna relazione genealogica fra l'uno e l'altro, li considera invece come due phyla apparsi simultaneamente nel luteziano superiore, di cui quello rappresentato da Adapidi si estingue nell'oligocene, l'altro, o *Leptadapis*, o *Adapis magnus*, nel ludiano superiore. Forse vi è un terzo phylum in *Adapis* sp. di Egerkingon. Discute su la possibilità di un progenitore nell'eocene inferiore, che sarebbe il *Protadapis recticuspidens* o il *Protadapis brachyrhynchos*, ma trova motivi di eliminarli. Così queste due forme complessive bene stabilite di *A. parisiensis* e di *A. magnus* o *Leptadapis*, appariscono nell'eocene superiore e si estinguono, come abbiamo veduto, senza discendenza; perchè Stehlin esamina il

concetto delle relazioni ammesse di queste forme fossili con Lemuri viventi e i subfossili del Madagascar, e addirittura le elimina. Le sue conclusioni sono le seguenti: « Il risultato della nostra comparazione di *Adapis* con i Primati neogenici ci porta alle seguenti conclusioni: *Adapis* è senza dubbio da inserire nell'ordine delle Proscimmie, dentro questo gruppo esso entra più sicuramente nelle proscimmie del Madagascar o Lemuridi, ed ha probabilmente coi Lemuridi relazioni più vicine di affinità che con Indrisini e Chiromiini; però non ha diretta relazione genealogica con nessuna forma recente o subfossile; esso è da considerarsi come un ramo estinto del tronco dei Primati ».

Nè si ferma qui Stehlin, ha un altro problema da risolvere, ed è quello delle relazioni ammesse da altri, da noi negate, fra *Adapis* e *Notharctus*, cioè con le forme nordamericane lemuroidee. Egli ne fa un'analisi accurata e viene ad un risultato negativo. Com'è noto il *Notharctus* è dell'eocene inferiore e se ne vorrebbe fare un progenitore di *Adapis* europeo dell'eocene superiore. Così scrive come conclusione Stehlin: « La direzione evolutiva dei *Notharctidae* diverge dunque fortemente da quella di Adapidi, e lo stesso stadio Wasatch; il *Pelycodus*, il quale da fondamenti cronologici soltanto potrebbe prendersi eventualmente in considerazione, come forma radicale degli ultimi (Adapidi) mostrasi già impegnato in questa direzione, che è im-

possibile che possa mai più svilupparsi nella direzione del genere europeo » (1).

Come ho detto, Depéret, esaminando alcuni avanzi fossili del ludiano inferiore appartenenti all'*Adapis magnus*, viene sostanzialmente alle medesime conclusioni di Stehlin, da lui spesso ricordato. In quanto al ravvicinamento di questo fossile al *Megaladapis* di Madagascar, scrive che questa ipotesi di Schlosser sarebbe seducente, quella di una discendenza di questo da quello, se disgraziatamente la struttura della dentizione anteriore della mandibola, che ci ha fatto conoscere Grandidier, non fosse interamente conforme a quella dei Lemuri viventi, e non si opponesse formalmente alla possibilità di questa filogenia (2).

Dei Necrolemuridi io non conosco le analisi di Stehlin, perchè finora non è giunta qui in Roma l'ultima parte del suo lavoro di seguito agli Adapidi; ma ricavo in parte la sua opinione quanto ne riferisce il Depéret, il quale, in occasione del suo studio sul *Microchaerus*, riferisce che Stehlin considera i Necrolemuridi europei come indipendenti dagli Anaptomorfidi dell'eo-

(1) Stehlin, *Die Säugethiere des schweizerischen Eocänes*, 7ᵉ Teil, 1ᵉ Hälfte, pag. 1165 e seg., in " Abhandl. der Schweizer. paläont. Gesellschaft ", 1912.

(2) *Monographie de la Faune de Mammifères fossiles du Ludien inférieur d'Euzet-Les-Bains (Gard)* cit., VI. *Lémuriens,* pag. 219 e seg.

cene inferiore nordamericano, come aveva concluso per gli Adapidi. E Depéret scrive, dopo di avere ricordato l'idea di Matthew e Granger che, come vedremo, agggregano alla forma di *Tarsius* tutti gli Anaptomorfidi e altri affini, di considerare, come Stehlin, i tipi europei come costituenti una famiglia perfettamente indipendente sotto il nome di Necrolemuridi. Però ci sorprende di trovare una conclusione del Depéret, il quale dopo di aver rilevato la differenza fra *Tarsius* e *Anaptomorphus* e generi affini americani, ebbe a dire che nell'insieme la dentizione del *Tarsius* si avvicina di molto a quella degli Anaptomorfidi eocenici d'America, specialmente dei generi *Omomys*, *Uintanius* e *Tetonius*, e quindi è disposto ad accettare l'opinione di Matthew e Granger che uniscono tutte queste forme sotto il nome della famiglia *Tarsidae*. I Necrolemuridi europei non sarebbero che un ramo laterale indipendente, che fa parte dello stesso gruppo di Lemuri, od estinto alla fine dell'eocene senza lasciar discendenti (1). Veramente se i Necrolemuridi sono un ramo indipendente, non potrebbero far parte dei Lemuri viventi, nè gli Anaptomorfidi potrebbero stare come parte della famiglia Tarsidi mancando ogni relazione genealogica, essendo estinti i generi eocenici senza discendenza.

(1) Op. cit., *passim*.

Comunque sia, il *Microchoerus*, secondo Depéret, sarebbe forse un ramo staccato di *Necrolemur* durante l'eocene medio, ma invero non si ha notizia alcuna, e sarebbe vissuto nell'eocene superiore, estinguendosi nell'oligocene.

Da quanto abbiamo detto risulta evidentemente che i Lemuroidi nordamericani, più antichi di quelli europei, non sono i progenitori di questi ultimi, e gli uni e gli altri non sono i progenitori dei Lemuri viventi e subfossili, come l'analisi dei caratteri ha dimostrato. Vale meglio denominarli, come propone Gregory, lemuriformi e non aggregarli ai Lemuri viventi; quindi non potrebbero neppure chiamarsi rami di un tronco, non facendone parte. Noi insistiamo a considerare queste forme eoceniche arcaiche, che non hanno continuato ad esistere e svilupparsi. L'origine loro si perde nell'oscurità di molte altre origini; e gli alberi genealogici hanno fatto il loro tempo. Così il nostro giudizio espresso alcuni anni addietro è confermato (1).

Matthew e Granger comprendono i due gruppi eocenici americani, che passano sotto i nomi di *Notharctus* e *Anaptomorphus*, in due famiglie coi nomi di *Adapidae* e *Tarsidae* con molta sicurezza, come qualche espressione sembra mostrare, quale, p. es., questa: « Io non posso tro-

(1) Cfr. *Le origini umane* cit., pag. 67 e seg.

vare alcuna base per la separazione di famiglia dal *Tarsius* di questo gruppo di Lemuroidi eocenici », gli Anaptomorfidi, mentre poi divide questi in quattro gruppi che potrebbero rappresentare famiglie o sottofamiglie distinte, se vi fossero prove sufficienti; d'altro lato, mancando cranî o scheletri, il riferimento di questi gruppi o generi ai Tarsidi è necessariamente provvisorio (1).

Segue l'America meridionale verso l'estrema sua parte, la Patagonia. Debbo dire che la fauna caratteristica di questa regione, rivelata dall'infaticabile Ameghino, finora non ha avuto la dovuta considerazione da parte dei paleontologi europei; e malgrado le spedizioni americane, fra le quali primeggia quella dell'Università di Princeton, e i grandi lavori analitici sui materiali scoperti da uomini competenti, questa fauna nel suo complesso è ancora avvolta nell'oscurità insieme anche alla geologia, per la quale i dissensi per la sistemazione dei terreni non sono composti. Ora, i Lemuroidi patagonici non hanno la stessa fisonomia che presentano i nordamericani e gli europei; ma ne hanno una propria che li separa da quelli. Ameghino era troppo compreso dal concetto evoluzionistico e spiegava le differenze come gradi evolutivi, e quindi

(1) *A revision of the Lower Eocene Wasatch and Wind River Fauna,* part IV, by W. D. Matthew, " Bull. Amer. Museum Nat. Hist. ", vol. XXXIV, 1916.

faceva ascendere la fauna patagonica a quella nordamericana ed europea, come quella da cui partisse l'evoluzione, che poi si andasse a completare nelle due regioni, nelle quali egli credeva scoprire il compimento. I paleontologi europei invece, non hanno bene veduto nella fauna estinta patagonica una zona, o un centro distinto che originariamente non ebbe relazioni con altri centri creativi faunistici.

Quindi le così dette Prosimie della Patagonia si presentano con forme proprie e non hanno relazione con *Adapidae* e con *Notharctidae* e *Anaptomorphidae*. I *Notopithecidae* della formazione Notostylops, cretaceo superiore di Ameghino, conosciuti per una mandibola quasi completa e per varî denti in frammenti di mandibole, hanno somiglianze strettissime con *Homunculites*, scimmie del Santacruz, eocene superiore secondo Ameghino, come vedesi dalla mandibola di *Homunculus patagonicus* (fig. 324) la quale meno che per la riduzione del 1° prem. è identica con la mandibola di *Notopithecus adapinus* (fig. 71). Sembra che vi sia una derivazione di *Homunculus* da *Notopithecus* e cronologicamente non vi sarebbe alcuna obbiezione. Ma caratteristico è l'altro esemplare di *Homunculus*, cranio incompleto con mandibola (fig. 328, 329). La mandibola (fig. 329) differisce da quella della fig. 324 in questo che essa ha forma parabolica, mentre l'altra ha disposizione assolutamente parallela ed è strettissima, come in *No-*

topithecus adapinus. La distinzione di *N. adapinus* è $\frac{\qquad\qquad}{\text{i. 2, c. 1, p. 4, m. 3,}}$ quella di *H. patagonicus* è i. $\frac{2}{2}$ c. $\frac{1}{1}$ p. $\frac{3}{3}$ m. $\frac{3}{3}$, come nei Cebidi (1). Così sembra vi sia una discendenza con poche variazioni, di cui caratteristica è la riduzione del 1° prem. Qui il fenomeno apparisce molto differente da quello dei Lemuroidi nordamericani ed europei, estinti, come abbiamo veduto, senza discendenza.

Ma la forma cranica di *Homunculus patagonicus* sembra superiore per struttura a quella dei Cebidi, come bene ha avvertito lo stesso Ameghino, per la faccia sopratutto, che non ha un rostro allungato, ma un prognatismo quasi umano; anche la disposizione delle ossa nasali e delle orbite si allontana da quella delle scimmie americane viventi. Questi caratteri mostrano che questa forma è estinta. Ma non per tali caratteri si può convenire con Ameghino che le scimmie del mondo antico discendono da questo tipo del Sudamerica, mentre è probabile che le scimmie americane derivassero direttamente da varietà dei così detti Lemuroidi, dei quali *Notopithecidae* è una forma, l'evoluzione rimanendo

---

(1) Le figure si riferiscono all'opera di AMEGHINO, *Les formations sédimentaires du crétacé supérieur et du tertiaire du Patagonie,* " Anales del Museo Nacional de Buenos Aires ", 1906.

localizzata nell'America meridionale, la quale, come abbiamo detto, è un centro faunistico speciale, la cui fauna non può essere interpretata con la teoria delle migrazioni.

Nei Lemuroidi terziari noi non troviamo precursori nè progenitori di veri Primati, e quindi, come già altra volta abbiamo fatto, li escludiamo da questo ordine. Nei Lemuri viventi, di cui l'origine è ignota, non possiamo meno che mai trovare i progenitori di scimmie; essi hanno distribuzione geogràfica limitata, ed è ignoto se essi costituiscano un residuo di un tipo più esteso e più antico, ovvero siano di origine recente. Certamente sono forme specializzate, per usare una parola molto comune agli evoluzionisti, e non possono mutare in nessun modo il loro tipo in altro, neppure in quello che si considera parte dell'ordine dei Primati, cioè quel complesso di scimmie col nome di *Cercopithecidae*.

Com' è noto ora, i primi veri Primati sono africani, scoperti nel terziario egiziano, al Fayum, nell'oligocene inferiore, e sono le due forme di Catarrine, *Cercopithecidae* e *Simiidae*. I loro progenitori non si conoscono e invano si vanno a ricercare nei Lemuridi; la loro apparizione è improvvisa come molti altri tipi animali, ed è un'illusione volere affermare che essi derivano dagl'insettivori lemuroidi dell'eocene, come afferma Gregory. Ma poichè le due forme, una col nome di *Parapithecus*, l'altra di *Propliopi-*

thecus, sono divenute base di speculazioni evoluzionistiche, è necessario che ci tratteniamo a discorrere un poco lungamente su di esse.

Schlosser (1), il primo che ha descritto i Primati del Fayum, descrive minutamente il *Parapithecus* e il *Propliopithecus*. Il primo, secondo lui, avrebbe la seguente dentizione $\frac{1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3}{1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3}$, che è errata, non soltanto a giudizio mio espresso da alcuni anni; questa dentizione della sola mandibola, unico documento che si ha, è $\frac{}{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}$ come in tutte le Catarrine. Inoltre Schlosser in essa mandibola e nei denti trova caratteri primitivi che avrebbero corrispondenza nel *Tarsius* e nel *Necrolemur*, non che in *Anaptomorphus* e finanche in Cebidi e Simiidi. Queste corrispondenze così molteplici sono molto discutibili, specialmente se si volesse dare significato di affinità e di discendenza fra tutti i Primati del vecchio e del nuovo mondo, dato che la mandibola non è neppure completa e la maggiore e più forte base di analisi è sui denti.

Una seconda descrizione è del Gregory (2), il quale afferma che il *Parapithecus* per la sua

(1) *Beiträge zur Kenntnis der Oligozänen Land-Säugetiere aus dem Fayum: Aegypten,* " Beiträge zur Paläontologie und Geogr. Oesterreich-Ungarn und des Orients „, Band XXIV, 1911.

(2) *Studies in the evolution of the Primates* cit.

struttura apparisce come il progenitore di tutta la serie di antropoide-uomo, mentre sarebbe derivato da Lemuridi eocenici. Conclude, dopo breve esame, che la mandibola di *Parapithecus* senza obbiezione è per struttura intermedia fra uno stadio del più basso anaptomorfoide insettivoro e lo stadio più elevato di antropoide. È mia convinzione che i giudizi dei due nominati paleontologi sono un effetto di suggestione dal fatto che il *Parapithecus* è il primo vero Primate che apparisce in epoca così antica, qual'è l'oligocene inferiore. Ma bisogna interrogare i caratteri della mandibola, specialmente quelli dei denti, per quanto è possibile.

La mandibola ha forma parabolica molto aperta, così che si restringe molto in avanti, dandovi l'apparenza triangolare; non ha la sinfisi molto sfuggente, e il piano dentario è parallelo al margine inferiore del corpo mandibolare; il ramo ascendente non è corto relativamente alle altre forme di Primati, è largo ma non troppo; il condilo è in basso e l'incisura sigmoidea è piccola; l'altezza coronoide non si conosce, perchè è rotta.

Gl'incisivi sono un poco inclinati in avanti e non hanno nulla di particolare; il canino, unico che rimane, è piccolo e non supera in altezza i molari. I premolari, secondo Schlosser, P_3 e P_4 hanno due radici ciascuno, di cui una si dirige verso l'interno, e una forte cuspide interna e un interno grosso cingolo, che nel P_3 più del P_4

si ingrossa come una cuspide posteriore. I principali tubercoli dei due denti sono spessi e ottusi. Secondo Gregory i due P sono tricuspidi (noi non abbiamo nessun modello), cioè una grossa cuspide esterna e una piccola interna con cingolo posteriore basso. I molari, dalla descrizione e dalle figure di Schlosser e di Gregory, identiche, che li rappresentano, non hanno nulla che non si veda in altri antropoidi e anche nell'uomo; cioè, come Gregory scrive, i due primi molari hanno corone basse con cinque cuspidi normali nella serie antropoide-uomo, il paraconid è assente; tutte le cuspidi sono basse e rotondate e non rugose; il terzo molare è stretto posteriormente anche quinquecuspide.

Dall'apparenza, quindi, e dalle forme descritte non sembra che vi sia molto di primitivo che sia da svolgere in forme più complete in questo esemplare, il quale è quel che è, specializzato, piccolo come animale ma con caratteri dentarî che si trovano in forme più grandi e anche meno antiche; in più, però, si ha un canino piccolo che contrasta non poco con i grandi e grossi canini in tutti gli antropoidi di ogni specie. V'è forse di primitivo la mancanza di riduzione delle cuspidi nei molari? Ma questa riduzione non è un fenomeno costante nè negli antropoidi, nè nell'uomo; in ogni caso questo carattere, se è primitivo, mostrerebbe la forma piena originaria che non è deficienza, nè grado di sviluppo, se la forma è completa.

Se le descrizioni date dei P sono esatte (ma si noti bene, sono differenti l'una dall'altra), ci sarebbe una cuspide grossa esterna e una piccola interna; così vi sarebbe somiglianza con i P umani. Ma forse non è così perchè nei Primati, eccetto l'uomo, il P_3 ha altre forme, cioè una cuspide esterna, ma poco più elevata sul livello dei molari, la quale corrisponde al protoconid, e due cuspidi incipienti o piuttosto residuali di cuspidi laterali, metaconid e paraconid del triconodonte. Internamente una cresta parte dall'apice del protoconid e discende fino al cingolo, dividendo in due parti tutto il lato interno, le due metà assumono forme varie, come dirò in seguito, quindi non vi sarebbe in massima nessuna cuspide interna come Gregory descrive per il P_3 del *Parapithecus*. La descrizione data da Schlosser, invero, non è molto chiara qui; in ogni caso parrebbe che realmente vi fosse nel P_3 una cuspide interna un poco differente da altre cuspidi; si comprende anche che la direzione delle radici è un poco trasversa sulla direttiva alveolare, come negli antropoidi. Su ciò ritornerò parlando del *Propliopithecus*.

Questo è un animale più grande, e si conosce soltanto per mezza mandibola sinistra e incompleta, manca dei denti incisivi e della parte posteriore, angolo e condilo; ha un ramo molto elevato come vedesi dal coronoide; il piano dentario è parallelo al margine inferiore del corpo

mandibolare. Nei denti si constata che il canino è piccolo e sporge appena sui premolari. In quanto ai P Schlosser qui è più intelligibile, scrive: le corone di P, specialmente di P_3, sono più alte di quelle di M; quella di P_3 consiste propriamente del protoconid esternamente convesso e internamente spianato e con una cresta obliqua. Se è così, il P_3 di *Propliopithecus*, mentre da Gregory viene descritto presso a poco come P_3 di *Parapithecus*, è molto probabile che anche questo sia della stessa forma, come credo. Gregory riconosce che nel *Propliopithecus* il P_4 è differente dal P_3, che ha « a large single external cusp, a low internal cingulum and a very small postero-median cusp ».

Vi è una differenza fra le due descrizioni, Schlosser non trova nessuna cuspide, mentre Gregory ne trova una ancorchè very small.

Ora nell'uomo ho trovato di regola nel P_3 una cuspide esterna conica e ottusa, come un vero tubercolo, una cuspide interna più piccola e bassa, anche ottusa, tutte e due unite da una piccola cresta mediana poco elevata, lateralmente alla quale si hanno due bacinetti, uno anteriore e l'altro posteriore, che può anche essere più grande e trigonide. Qualche volta questa cresta mediana è pochissimo elevata, e le due cuspidi sono divise da una depressione che abbassa la cresta, però si trovano sempre i due bacinetti laterali, meno larghi e meno profondi. Sarebbero simili i P_3 del *Parapithecus* e del *Propliopithecus*?

Io non posso giudicare su questo, mancandomi il modo, e le figure sono poco evidenti per mostrare formazioni così delicate, soltanto visibili sul pezzo medesimo. Ma affermo che questo P_3, secondo il mio parere, ha grande significato.

In quanto ai molari io non ho che a dire quanto sopra ho scritto per i molari del *Parapithecus.*

Schlosser del *Parapithecus* fece un intermediario fra Cebidi e Catarrine emettendo teorie insostenibili; del *Propliopithecus* costrusse un progenitore di *Pliopithecus*, che non mi pare neppure sostenibile (1).

Vediamo ora come è costituito il P_3 nei varî antropoidi, soltanto nella mandibola.

Macacus fascicularis, Raffle (n° 2697).

P_3 protoconid con piccoli meta e paraconid, quando è veduto al lato esterno, cioè un triconodonte con i due coni laterali ridotti; cresta interna dall'apice protoconid al cingolo, la quale divide in due bacinetti il lato interno. Due radici, l'interna impiantata nell'alveolo verso più l'interno; l'esterna esce fuori dell'alveolo, è grossa, e insieme all'interna è in direzione obliqua e non in linea con gli altri denti.

Hylobates syndactilus (n° 2694).

P_3 obliquo sull'arcata alveolare, la radice esterna

(1) Vedi *Le origini umane* cit.

grossa sporgente in fuori, dal cingolo in sotto, dall'alveolo, e tocca il canino. La corona forma un triangolo, ha sviluppato il protoconid, rudimentali il para e il metaconid. Internamente non ha cuspide, ma una cresta obliqua dall'apice del dente alla base della corona, lateralmente alla cresta due piccole cavità, oblunghe da sopra in sotto.

Orango (n° 2365).

P_3 collocato obliquamente, grosso e acuminato, triangolare, nessun residuo degli altri coni. Internamente una cresta discendente dall'apice, la quale separa la parte in due bacinetti, pochissimo profondi, e termina in un ingrossamento diretto obliquamente verso l'interno, e divergente dalla linea alveolare.

Gorilla (n° 2893).

P_3 esternamente forma un triangolo, l'apice è il protoconid, ha rudimentali il paraconid e il metaconid, quest'ultimo più visibile. Internamente la cresta dall'apice al cingolo che divide in due la superficie inegualmente, l'anteriore più estesa che comprende una superficie triangolare non profonda, nè piana, chiusa da margini, e la posteriore che ha una concavità come un bacinetto ellittico.

Pliopithecus antiquus.

P_3 (dalla figura) è acuminato e triangolare, protoconid con rudimentali coni laterali.

Dryopithecus fontani.

P_3 grosso acuminato triangolare, dove non appariscono i coni laterali.

Siwapithecus indicus, Pilgrim.

P_3 Faccia esterna: protoconid con paraconid residuale, più evidente di metaconid; faccia interna; cresta, come le descritte sopra, che divide in due parti principali la parte interna, e si protende in basso; una delle parti è concava e allungata.

Dryopithecus punjabicus, Pilgrim.

P_3 ha due cuspidi distanti fra di loro e separati da una gran cavità molto rugosa; la cuspide interna triangolare è più bassa dell'esterna. Questa forma è nuova negli antropoidi. P_4 somiglia molto a P_3, ma è più grosso di questo.

Noi possiamo costatare come fatto che il P_3 nell'uomo è differente da quello delle scimmie di qualsiasi specie; in esse si conserva quella forma che è apparsa d'origine e che trovasi in tutte le forme fossili, se facciamo eccezione di *Parapithecus* e di *Propliopithecus*, in cui la forma sembra un poco differente, da quanto possiamo inferire. Costatiamo ancora che i canini, meno che nei due esemplari nominati sopra, ha uno sviluppo grande nelle stesse scimmie fossili e viventi, senza nessuna modificazione, e non possiamo ammettere una riduzione così precoce geologicamente, mentre in nessuna specie posteriore si ha indizio di questo fenomeno. Neppure

possiamo ammettere che nei due primati oligocenici egiziani i canini fossero allo stato iniziale e quindi aumentassero di volume e lunghezza nei discendenti; anche perchè Gregory, come molti, crede di affermare l'origine loro da Lemuroidi che hanno canini sviluppati. Quindi neghiamo l'ipotesi di Schlosser che *Propliopithecus* sia progenitore di *Pliopithecus* e per i forti canini di quest'ultimo e per un altro carattere, che in vero non possiamo costatare nel *Propliopithecus*, ma ragionevolmente ammettere, cioè l'estensione della sinfisi all'indietro molto grande nel *Pliopithecus*, mentre nel *Propliopithecus* deve essere breve, com'è nel *Parapithecus*. In quanto a molari, noi non possiamo trovare altre differenze che in grossezza in parte, e in variazione che non implica nessuna diversa origine o affinità, se non nel tipo.

A noi sembra che per molti caratteri, forma della mandibola, dei canini, dei premolari e molari, il *Parapithecus* è vicinissimo al *Propliopithecus*, non si trova che la differenza in grandezza come carattere notevole, e saremmo disposti a farne due rami d'unico tipo, altri direbbe due specie d'un genere. E abbiamo detto della sinfisi. Il *Parapithecus* ha una sinfisi breve; dalla figura non si può discernere il promontorio e la fossa digastrica e altre formazioni, ma è indiscutibile che tale forma è prossima all'umana e si allontana moltissimo dall'antropoidea. Se questa forma di sinfisi è unita con gli altri caratteri su

indicati, come appare, deve trovarsi egualmente anche nel *Propliopithecus*, come ho ammesso. Allora l'uno e l'altro mostrano una serie di caratteri comuni e di gran valore, e non possono non considerarsi dello stesso tipo. Ve n'è da aggiungere un altro, cioè la grande altezza del ramo mandibolare, quale non si trova nelle altre specie di Catarrine e di Antropomorfe. Non v'ha dubbio, secondo noi, che i due Primati oligocenici del Fayum non sono, come si crede, progenitori degli altri fossili e viventi; costituiscono una nuova direzione nell'evoluzione del tipo primate, lontano dall'altro, che è composto di molti elementi varî.

Quindi noi non possiamo accettare gli alberi genealogici dei Primati, costruzioni varie secondo i varî criteri degli autori; e per convincersene basterebbero i due ultimi, cioè quello di Pilgrim e quell'altro di Gregory (1). Vero è che gli Antropoidi viventi vengono dagli estinti e fossili, vero è anche che fra questi vi è relazione intima; ma in realtà essi costituiscono variazioni del tipo in varie direzioni, difficili a determinare con la sola morfologia dei denti, quando vi sono numerosissimi caratteri che non si conoscono minimamente. Per questi motivi non credo si

---

(1) PILGRIM, ***New Siwalik Primates and their bearing on the question of the evolution of Man and the Anthropoidea,*** " Geological Survey of India ", vol. XLV, part I, 1915. GREGORY, op. cit.

possa stabilire evoluzione e discendenza con approssimazione alla realtà corrispondente; nè è sano criterio inventare possibili fenomeni e possibili formazioni di parti che non si posseggono. In ogni caso i documenti sono troppo incompleti.

Che cosa rappresentano quei due Primati oligocenici, se non sono nella linea ascendente degli altri Primati antropoidi? Sono due rami estinti già così presto senza nessuna discendenza? — Curioso! Schlosser che aveva fatto di *Parapithecus* un quid intermedio fra Platirrine e Catarrine, e di *Propliopithecus* un progenitore di *Pliopithecus*, scrive che in riguardo all'origine di *Homo* e di *Pithecantropus* nessun ostacolo di principî vi sarebbe; *Propliopithecus* ha maggiori somiglianze con Homo di Simiidi viventi (poteva dire anche di Simiidi estinti). Vi sono, è vero (scrive ancora), caratteri primitivi in esso, ma da progenitore oligocenico non si potrebbe attendere altro (1). Sono queste le dimenticanze di chi abusa di analisi o di comparazioni con numerose forme nelle quali vorrebbe trovare la giustificazione di alcune affermazioni insostenibili.

Ora il *Propliopithecus*, e già altra volta avvertii, per i suoi caratteri non può essere un progenitore di *Pliopithecus*; vi sarebbe un'involuzione, perchè quest'ultimo ha caratteri inferiori a quello;

---

(1) SCHLOSSER, op. cit., pag. 56.

invece potrebbe essere un precursore del tipo umano, come mostrano i caratteri sopra ricordati, canini normali, come nell'uomo, molari tipo umano, premolari approssimativamente simili agli umani, meno la doppia radice, benchè nell'uomo la radice sia bifida indivisa, apertura mandibolare parabolica, sinfisi brevissima, quasi umana, mento non molto sfuggente, ramo ascendente elevato. Forme simili troviamo nella mandibola più piccola di *Parapithecus*, che consideriamo come ramo laterale d'unico tipo. Sarebbe forse questo tipo l'*Eoanthropus* vero, come aveva augurato il Boule (1)?

Noi abbiamo veduto e sostenuto che l'evoluzione si svolge nello stesso tipo animale e non lo trascende con trasformazione di tipo in altro; e abbiamo per i mammiferi di cui la storia evolutiva è bene stabilita, quella di *Equus* e di *Camelus* e di altri animali, che si compiva in successive epoche geologiche, lasciando traccie evidenti delle varie tappe evolutive nei fossili delle medesime epoche; non potrebbe essere così avvenuto dell'Uomo? — Mi si può obbiettare che nulla più sappiamo delle sorti di questo tipo primitivo dopo l'oligocene; è vero, ma si permetta una volta anche a me di guardare verso future sorprese che possono e dovranno venire dall'Africa sconosciuta, nella quale ho

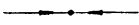
(1) *La paléontologie humaine en Angleterre*, " L'Anthropologie ", vol. XXVI, 1915: estratto, pag. 67.

sempre guardato con fiducia riguardo alle origini di varî tipi animali e dell'Uomo. Qualcuna delle forme intermedie fra quelle oligoceniche e l'uomo fossile plistocenico potrebbe essere rivelata nelle future esplorazioni di questo continente ancora misterioso. E qualunque sia per essere il futuro, noi sosteniamo, come già altre volte e da molti anni, che l'*Homo* non ha avuto per suoi progenitori gli Antropoidi; questi hanno seguìto la propria evoluzione nei varî tipi, hanno dato molte variazioni del loro stesso tipo, come tutti gli altri animali, come già abbiamo sulle basi dei fatti affermato, ma non si sono trasformati in altro tipo differente, e perciò neppure mai in tipo umano, come ancora si sostiene. Allora i nomi di *Parapithecus* e di *Propliopithecus* non convengono più ai due Primati, dati i loro caratteri morfologici. L'avvenire potrà stabilire, più che non possiamo ora, la reale natura dei fatti, perchè i documenti sono ancora pochi e incompleti.

Desidero, infine, dichiarare che questa mia ipotesi sulla origine umana deriva da un'analisi minuta su le due mandibole, dalla comparazione loro con molti Primati di tipo vivente e con quanto gli autori ci hanno fatto conoscere dei Primati estinti: un'ipotesi cioè nata dopo molti giorni di lavoro anche su le opinioni degli autori (20-IV-1919).

Io mi rendo conto delle difficoltà cui vo incontro nell'ipotesi che i due Primati oligocenici africani possano essere considerati come un ramo

autonomo da cui l'uomo discenda; e m'imagino già le obbiezioni di cui pure una ho espressa, e che è la grande lacuna di tempo che intercede fra l'oligocene inferiore e il plistocene antico o il pliocene superiore, perchè nel plistocene principalmente si vede apparire l'uomo in molti rami. Riguardo a tale obbiezione io aveva detto di attendere future scoperte nella medesima Africa, che possano colmare la lacuna; ma voglio aggiungere un'osservazione, cioè che ammettendo, come fanno Pilgrim, Gregory ed altri, che il *Propliopithecus* sia il progenitore di uno o più rami di Simiidi, e insieme anche dell'Homo, si troverebbe anche una grande lacuna fra l'apparire di questo e il primo apparire di Simiidi, cioè dal miocene superiore: si trova una distanza cronologica che comprende l'oligocene medio e superiore e il miocene inferiore e medio. Dal miocene superiore in poi si hanno varî rami di Simiidi rappresentati da *Dryopithecus*, numeroso di variazioni, *Siwapithecus*, *Palaeosimia*, *Pliopithecus*, *Griphopithecus*, *Neopithecus*, *Palaeopithecus*, *Pithecanthropus*, sparsi in Europa e in Asia. Anche per lo stesso *Homo*, secondo lo schema di Gregory, la lacuna, si estenderebbe da *Propliopithecus* all'apparizione di Simiidi, miocene superiore, e da qui al plistocene, perchè nessun antropoide trovasi in *Simiidae* che vada all'Homo, e se ne dovrebbe trovare qualcuno che è innominato. Quindi la linea diretta ascendente all'Homo verrebbe da *Propliopithecus*, il

quale costituirebbe un ramo distinto dagli antropoidi. La difficoltà creata per la grande lacuna nella nostra ipotesi è identica nell'ipotesi dei Primati per lo sviluppo evolutivo di Simiidi e di Homo.

Noi ci asteniamo di costruire alberi genealogici che sono sempre fittizi od effetto di vedute seducenti; e diciamo invece che tutti quei varî Simiidi, separati fra loro per alcuni pochi caratteri dentari, e quindi insufficienti a determinare specie, costituiscono piuttosto rami polifiletici, la cui origine, che ci sfugge, dev'essere necessariamente poligenetica e per quei medesimi motivi, che spesso sono stati addotti in questo lavoro, riguardo ad altri organismi. Le loro radici non appaiono, sembrano tutti venuti all'improvviso belli e formati e specializzati nei loro caratteri, ciò che invero non può essere avvenuto, e devono esserci state le preformazioni, che s'ignorano assolutamente. Ma il fenomeno molto curioso e inesplicabile è che questi rami presto si estinguono, lasciando pochi discendenti in Simiidi recenti; essi non si convertono nè si trasformano in altri tipi, affatto, conservano nelle varietà numerose il loro tipo, come tutte le forme animali che hanno raggiunto la loro forma completa; e infine si sono estinti.

Questo fenomeno d'una apparizione che sembra improvvisa, si ripete per l'Homo, che apparisce dal pliocene superiore al plistocene in forme compiute ma variamente e in molteplici rami

polifiletici, cioè che suppongono l'origine poligenica. Sappiamo che alcuni rami primitivi sono periti, ma altri numerosi sono nati che ancora vivono e popolano la terra. Il volere ritrovare la discendenza dei rami umani recenti è impresa disperata; chi tentasse, come si è fatto per i Simiidi, estinti e viventi, una genealogia umana per mezzo di forme dentarie, mostrerebbe di non avere alcuna idea della grande varietà di queste forme nell'Homo; tutte le teorie fondate sulle strutture dei denti, s'infrangerebbero davanti alla grande moltiplicità dei fatti. Noi abbiamo presenti sul nostro tavolo di lavoro molte decine di mandibole di varie genti, e possiamo affermare risolutamente che nulla troviamo in esse che indichi qualche carattere differenziale fra le varietà umane, o che possa corrispondere a qualche sicura applicazione teorica di cui è molto ricca la letteratura evolutiva. Quindi è che sono anche molto scettico riguardo ai presunti risultati avuti dall'analisi dei Primati estinti; e mi pare impossibile, forse perchè sono inabile, che la forma varia un poco d'un dente o di due possa essere sufficiente a determinare una specie, come si suol fare, trattandosi d'un gruppo morfologico uniforme. Inoltre ho potuto costatare che alcune teoriche sono emesse per spiegare fatti che non sembrano conformi a idee prestabilite, e soventi volte sono applicate variamente.

Se l'Homo si è formato per evoluzione lentamente e in varie tappe, come l'*Equus*, di cui

già si conosce la storia evolutiva, può bene avere avuto le sue prime forme, le quali si sono sviluppate in varî periodi geologici successivi fino a raggiungere i caratteri che lo hanno determinato come *Homo* e come si conosce nei suoi varî rami fossili. Non tutti i rami si sono compiuti uniformemente, perchè le direzioni evolutive non sono state uniche nè eguali; e quindi si trovano forme così complete da eguagliare quelle di alcuni tipi viventi, e forme che a noi appaiono arretrate, come il tipo di Neandertal. Le forme viventi manifestano la stessa grande variazione nella direzione evolutiva, e così che alcune varietà o specie umane ci sembrano rimaste indietro nello sviluppo evolutivo. Se l'uomo è apparso completo nella sua evoluzione fin dalla fine del pliocene, mentre il vero *Eoanthropus* è venuto a separarsi dagli altri Primati nell'oligocene inferiore, noi potremo scoprire le varie fasi per le quali è passato, come è avvenuto per il cavallo, nella successione dei periodi geologici del terziario. Attendiamo!

XV.

Sommario: Perchè trattasi dell' evoluzione vegetale. MacFarlane e le sue teorie evolutive: Materia inorganica e organica; la vita ha cominciato con batteri in acque termali; dai batteri alle prime forme vegetali e animali; successione evolutiva, Alghe, Briofite, Pteridofite, Ginnosperme, Angiosperme, derivate l'una dall'altra. Flora fossile come mezzo di ricerca per l'origine e l'evoluzione delle forme vegetali. Morfologia e embriologia delle forme viventi inabili allo scopo. Le forme vegetali sono tutte definite e non si trasformano, bensì variano. Lacune fra felci e piante inferiori. Alcune forme estinte superiori per organizzazione alle corrispondenti forme moderne. Cicadali, Licopodiali, Sphenophyllales, Filicali. Alcuni risultati.

Il mio lavoro era terminato, quando mi fu dato di leggere l'opera d'un chiaro botanico americano, John M. MacFarlane, su le cause e il corso dell'evoluzione organica (1). Quest'opera mi spinse a ricercare come si comportasse il regno vegetale nell'origine e nell'evoluzione della

(1) *The causes and course of organic evolution.* New York, 1918.

vita, e se le conclusioni che ho tratte dallo studio degli animali, fossero convergenti con quanto si riferisce alle piante riguardo alla loro origine ed evoluzione, mentre la dottrina sostenuta da MacFarlane è di una ortodossia assoluta. Poichè da questo autore ho avuto la suggestione d'entrare nel difficile campo vegetale, bisogna che io enunci sommariamente la sua dottrina evolutiva; egli, invero, tratta anche di quella animale, ma io non mi occuperò di questa sua seconda parte.

L'Autore comincia con la materia inorganica e crede di scoprire una relazione diretta fra essa e l'organica, non ammettendo nessuna creazione *ex novo* della sostanza organica. Crede di scoprire in questa uno stato di energia che denomina biotico, dal quale per evoluzione si passa allo stato cognitivo, all'attivo, all'intellettuale.

La materia inorganica ha energie inorganiche o cristalloidi in forma termica, luminosa, chimica, elettrica; da una forma di energia di transizione, dubloelettrica, si passa alle energie organiche o colloidali, che si svolgono in forma biotica, cognitiva, attiva, intellettuale. Tali forme sono stati dell'energia della materia vivente colloidale. La vita quindi, secondo l'Autore, come anche per noi, non è una creazione nuova, nè viene dagli spazi planetari sulla terra, ma deriva per evoluzione dalla sostanza inorganica che è in forma cristalloide.

Le prime forme viventi, secondo MacFarlane,

sono piante, non animali, sotto le forme di alghe e di batteri; questi sono stati i primi a nascere in sorgenti termali, quali oggi anche si vedono; batteri del solfo sarebbero i progenitori di tutte le piante. Ma non soltanto le piante, anche gli animali devono avere avuto la loro origine dai batteri. L'autore tenta di dimostrare questa sua tesi e nel tempo stesso anche di abbattere il concetto che la vita animale abbia avuto origine nei mari.

Osborn, nel suo volume su l'origine e l'evoluzione della vita (1), ricorda l'apparizione primitiva dei batteri, e noi già l'abbiamo detto; ma non ammette che essi siano stati i progenitori delle piante e degli animali. Appoggiandosi, insieme con Pirsson, a quanto si conosce su la vita oceanica dei batteri e di altri viventi, trova che essi nei mari caldi, ove sono numerosi, sono perniciosi alla vita delle alghe e di altre forme viventi, perchè denitrificano le acque, tolgono cioè il nitrato che è tanto necessario alla vita e allo sviluppo delle piante inferiori, come le alghe, e queste alla loro volta mancherebbero alla vita animale come mezzo di nutrizione. In sostanza i batteri sarebbero in opposizione all'apparire delle prime forme viventi

(1) *The origin and evolution of life*. New York, 1917, pagg. 90-91. PIRSSON and SCHUCHERT, *Text-book of geology*. New York, 1915, pag. 104.

vegetali e animali, piuttosto che essere i germi da cui quelli nascono.

Bisogna anche ricordare che i batteri e le alghe sono forme organiche, come suol dirsi, inferiori, ma nell'economia della natura, sia inorganica sia organica, hanno molte funzioni, delle quali la gran parte è ignorata, soltanto alcune sono note, come la formazione dei calcari e dolomiti e di altri minerali, non escluso il ferro. Nella vita animale l'azione dei batteri è conosciuta più per gli effetti patologici di alcuni che per l'influenza fisiologica che dev'essere estesa se non necessaria all'economia vitale. Da questo aspetto considerati i batteri e le alghe, specialmente le Cianoficee, non hanno a che vedere come forme primitive che abbiano avuto un'evoluzione verso forme più elevate; essi sono d'origine invariati e fissi nelle loro forme e funzioni utili e anche dannose, e rimarranno eternamente così finchè il pianeta conserverà le condizioni in cui essi possono vivere.

Inoltre da alcune importanti osservazioni risulta un fatto riguardo alla composizione biochimica di questi esseri primordiali. Setchell ha osservato alcuni batteri e alghe, come le Cianoficee, che vivono in acque termali a temperature elevatissime, dove animali e piante d'altre forme non vivrebbero. Egli ha trovato che le Cianoficee possono vivere da 65° a 68° C. ed a 75°-77° C.; gli Schizomiceti da 70° a 89° C., secondo che si trovino in acque calcaree o si-

licee (1). Non è indizio questo di una composizione protoplasmatica in questi esseri differente da quella di altre forme animali e vegetali?

Ammesso che le prime forme della vita siano di batteri e di alghe, e di queste le più semplici, le Cianoficee, acariote, come si esprime MacFarlane, viene naturale il concetto che piante e animali abbiano avuto origine comune e in acque dolci in terra, non mai in mare, nell'evoluzione delle prime forme. A dimostrare questo concetto per gli animali, egli fa una statistica della distribuzione di questi, come ora si trovano, e che vivono in acque dolci e salmastre, in terra asciutta e in mare. Naturalmente ora trovasi che Protozoi e Metazoi di ogni tipo siano distribuiti secondo i generi così: in acque dolci e in terra generi 7829, in mare 4799. Ci sembra che tale distribuzione non possa avere alcun valore di argomento per dimostrare l'origine non marina degli animali, senza voler negare che alcuni sono veramente d'origine di acqua dolce, specialmente Protozoi; la distribuzione presente degli animali è un effetto di varî e molteplici mutamenti geologici fin dall'origine della vita. Così che crediamo che le condizioni della vita animale negli abitati terrestri presenti non possano in nessun modo riferirsi a quelle

(1) *The upper temperature limits of life,* "Science", N. S., XVII, 1903.

che erano all'origine, e quindi non possano valere per il concetto se la vita avesse avuto origine negli oceani o in acque dolci, come crede MacFarlane.

Sembrerebbe invece più forte argomento quanto si riferisce al tipo di alimentazione, che nelle piante è autotrofico, negli animali allotrofico o eterotrofico, avendo questi ultimi bisogno delle piante per nutrirsi. Ora è noto che il numero delle alghe nel plancton è immenso, e chi può affermare che fin dall'origine della vita nei mari precambriani non ve ne fossero state? E già noi ne abbiamo segnalate parlando dei primi segni di vita nel precambriano, ed è anche un documento sicuro di loro esistenza quello che si riferisce ai sedimenti algonchiani di tipo calcare, dovuto appunto alle alghe.

Ma veniamo all'origine e all'evoluzione delle piante, e vediamo il pensiero di MacFarlane su questo.

Gli organismi viventi ebbero origine durante l'epoca archeana in acque termali e per sintesi colloidale graduale. Gli organismi primitivi erano probabilmente forme di batteri incolori simili ai batteri termali di solfo, e da essi per lenta evoluzione derivarono le alghe unicellulari cianee. Gli organismi cianoficei probabilmente originarono da progenitori molto primitivi di tipo batteri, prima in acque termali alla temperatura di 75°-50° C.; in seguito avvenne un'acclimatazione a temperature più basse per un raffreddamento

terrestre, e quindi una moltiplicazione di forme cioè di specie che si svolsero durante il medio archeano, e divennero i progenitori di tutte le piante verdi.

Così MacFarlane costruisce un albero genealogico il quale mostrerebbe la derivazione delle varie alghe, delle Briofite, delle Pteridofite fino alle forme più elevate, le Angiosperme; egli crede di trovare i fondamenti della discendenza nell'esame delle forme delle piante viventi per quei caratteri anatomici, vegetativi e riproduttivi, che possono essere apparentemente simili e affini. Però all'altezza di forme superiori alle Tallofite egli crede di trovare due linee divergenti. Così si esprime: « L'esame di piante viventi più elevate delle Tallofite, in tutte le loro fasi vitali, e la considerazione di queste alla base paleontologica, suggeriscono due probabili serie di organismi, primitivamente iniziate da un antenato algoide verde, e che progredirono lungo linee divergenti di ascensione. Una serie probabilmente diè origine alle classi di Epatice e ai Muschi, ai Licopodi e alle Selaginelle. Queste classi sono di *Biciliate*. L'altra serie diede origine alle Felci, Idrofelci, Cicadofilici, Ginnosperme, fino a raggiungere le piante a semi elevati o le Angiosperme. Queste classi sono *Policiliate* » (1).

---

(1) Op. cit., pag. 334.

Una costruzione, come sembra, molto facile; ma possono le piante viventi essere documenti di dimostrazione evidente di discendenza, di origine l'una dall'altra, come vorrebbe l'autore? Egli stesso s'incarica dei dubbi, e scrive: « Cominciando ora a tracciare ciò che riguarderemmo come probabili e approssimati passi progressivi dalle alghe in sopra, è doloroso che noi ancora pochissimo conosciamo al disopra di particolari istologici aploidi e diploidi riferibili ai generi differenti. Ma accuratamente conosciuti possono essere utilizzati » (1). E qui egli comincia con le analisi muovendo da *Coleochaete*, un'alga, da cui vuol trarre varie deduzioni riguardo ad alcuni caratteri. Il lettore che vorrà sapere di più, può leggere le considerazioni dell'autore medesimo, dalle quali egli vorrebbe concludere che *Hepaticae* siano direttamente originate da forme di progenitori prossime a *Coleochaetaceae,* alghe viventi d'acqua dolce (2). Ma anche qui un nuovo dubbio, perchè di *Hepaticae* si ha *almost complete absence as fossil remains*; e malgrado questa assenza l'A. crede che la loro origine possa essere avvenuta nell'archeano superiore (3).

MacFarlane continua la sua esposizione e passa

(1) Op. cit., pag. 335.
(2) Op. cit., pag. 341.
(3) Op. cit., ivi.

alle Policiliate, quella che avrebbe dato origine alle Felci e Cicadofilici, alle Ginnosperme e infine alle Angiosperme. Questa serie non mette capo a *Coleochaetaceae*, ma a *Chaetophoraceae*, da queste a *Ceratopteris*; ma qui una grande lacuna esiste fra le alghe più sviluppate e le più semplici felci, una lacuna morfologica che cronologicamente si estende con ogni probabilità dall'ordoviciano al primo apparire del siluriano, quando probabilmente le felci primitive apparvero. È lo stesso autore che così parla, il quale vorrebbe mettere un ponte per superare questa lacuna, e questo sarebbe rappresentato da *Ceratopteris*, forma vivente. La sua abbondanza, scrive, e la vastissima diffusione nelle regioni tropicali e subtropicali sarebbe chiaro indizio della sua antichità; quindi ne descrive i caratteri. Però egli confessa come fra *Ceratopteris* e le alghe più elevate esista una così vasta lacuna che al presente non rimane che l'aiuto di esempi ipotetici basati su forme viventi, da superarla. Anche per scoprire la probabile origine di *Equisetales* bisogna fare uno sforzo, egli ammette, per colmare la grande lacuna che le separano dalle alghe verdi.

Con questo metodo si vorrebbe dimostrare l'evoluzione delle varie forme vegetali, oltre di quelle di cui ho parlato, anche di Ginnosperme e di Angiosperme. Ma già è noto che le forme vegetali viventi non rappresentano tutto il regno delle piante dalla loro origine, molti tipi essendo

estinti e molti elementi che potessero servire come anelli di relazione sono spariti nelle varie vicende geologiche, come è avvenuto per gli animali. Voler fondare le relazioni di discendenza sulle forme viventi non è metodo che possa dare risultati accettabili, oltre altri motivi fra i quali quello che le forme viventi sono definite e non possono oltrepassare il loro tipo fondamentale, come abbiamo mostrato per gli animali. E per questo noi non abbiamo altra via che appellarci alla paleobotanica, per la quale noi possiamo conoscere, malgrado lacune e imperfezioni, le epoche dell'apparizione delle forme vegetali e come si sono succedute e come hanno mutato nei varì periodi di loro esistenza.

Per questo motivo, dopo quel che ho detto, mi sembra inutile di trascrivere le dimostrazioni di MacFarlane intorno all'evoluzione delle piante. Certamente molte cose si possono imparare dal volume di questo botanico, anche dall'aspetto negativo come risultato; perchè così si ha come un insegnamento utile a chi vorrà trattare la dottrina dell'evoluzione nei due regni biologici, come ha fatto lo stesso MacFarlane. E per questo noi vogliamo trarre qualche risultato dallo studio della paleontologia vegetale, che, malgrado la imperfezione dei documenti, nel tempo presente potrà dare una nuova direzione alla teoria dell'evoluzione.

Lo studio e l'interpretazione della flora fossile sono fondati sulla flora vivente, come è natu-

rale, e quindi le classificazioni e la sistemazione delle forme si verrebbe a far coincidere nelle due flore, la estinta e la vivente. Ma, da quanto si vede da un osservatore obbiettivo, questa coincidenza non è completa, almeno per i periodi più antichi, che sono quelli del paleozoico. Trovasi una flora estinta che pare non abbia lasciato discendenza nei tempi posteriori, e altra che, malgrado l'abito di una recente che le si rassomiglia, non facilmente può provarsi di essere stata la progenitrice. Certamente vi sono grandi difficoltà nell'indagine delle piante fossili per la incompletezza e per la frammentarietà degli avanzi, e quindi si trovano i motivi delle incertezze, dei dubbi delle varie interpretazioni; vi sono anche lacune che non si colmano; ma sopratutto si ha un pregiudizio teorico, che impedisce la libertà d'interpretare più obbiettivamente. Questo pregiudizio è la teorica dell'evoluzione che si restringe nella sua base, come un postulato irremovibile, cioè che tutte le forme vegetali siano derivate per trasmorfazione evolutiva da unico progenitore, come è ammesso per le forme animali. Da ciò tutti gli sforzi dei botanici, in generale, dei cultori della paleobotanica specialmente, a trovare i nessi e le relazioni fra le forme vegetali differenti, e sopra tutto in quelle che nella scala morfologica presentano l'elevazione delle forme: Tallofite, Briofite e muschi, Pteridofite, Ginnosperme, Angiosperme. E già ho mostrato il pensiero di MacFar-

lane e potrei mostrare quello di altri, il quale malgrado le lacune e la separazione dei su detti gruppi vegetali, vuole trovare il passaggio e le intime relazioni nel significato evolutivo.

D'altro lato, da uno studio particolare che noi abbiamo fatto e per lungo tempo, su quanto si riferisce alle piante fossili, ci siamo accorti delle grandi difficoltà che esistono per la loro interpretazione nei caratteri e nelle forme, come nelle loro somiglianze e differenze, per il fatto che deriva dal metodo di classificazione vegetale che ha per fondamento gli organi riproduttori, poca o nulla importanza essendo data ai caratteri vegetativi, o soltanto in linea secondaria o accessoriamente. Questo fatto aumenta le difficoltà nell' investigazione delle piante fossili, di cui i residui sono o foglie soltanto, o pezzi di fusto e di rami, o radici, o soltanto parti di organi di riproduzione, o interi o separati da altre parti vegetative a cui si attribuiscono. Inoltre io non dirò cosa nuova, accennando al fenomeno delle variazioni numerosissime delle piante, anche in quelle riferite alla stessa specie, non dico ai generi, in cui la divergenza è così grande che di esse si potrebbero costruire famiglie. Già Scott afferma come s' intenda considerare la specie in paleobotanica, e Ward ammette che il paleontologo dei vertebrati tratta di generi, mentre il paleontologo dei vegetali tratta di specie, perchè in zoologia alla parola « genere » è attribuito un significato più limitato di quello in bo-

tanica, cioè un posto non al disopra di specie fra le piante (1).

I cultori della paleobotanica, e ve ne sono veramente insigni, non si limitano alle analisi dei caratteri di riproduzione, ma esaminano con gran cura anche i caratteri vegetativi in tutte quelle parti che possono avere a loro disposizione; però danno sempre prevalenza, quando possono alle forme di riproduzione di ogni tipo. Anche qui, come nel regno animale, dalle somiglianze degli organi secondo la loro struttura si vuol ritrarre l'affinità e la discendenza delle forme, non considerando, come noi già abbiamo avvertito per gli animali, che molte somiglianze organiche hanno la loro spiegazione nel fatto funzionale. Noi abbiamo mostrato che gli animali manifestano tre tipi di funzione comuni a tutti loro e di qualunque grado di evoluzione: nutrizione, riproduzione e relazione con l'esterno, come difesa e altro; che quindi non si potrà trovare differenze fondamentali negli organi e nelle strutture che devono compiere siffatte funzioni, ma differenze accessorie, secondarie, derivanti dalla varia condizione e dal vario abito di vita dei gruppi animali. Così ammettiamo per le piante, dalle infime alle superiori.

---

(1) Scott, *Studies in fossil botany*. London, 1908, pag. 76, vol. I. Ward, *Synopsis of the Flora of the Laramie group*, " Sixth annual Report of the U. S. Geol. Survey „. Washington, 1885, pag. 522.

Quindi crediamo che Campbell non abbia tutta la ragione dalla parte sua, quando scrive: « Quando noi rivediamo lo straordinario largo numero di somiglianze fra gamofito e sporofito nelle Felci e nelle Epatice, il peso della prova nella mia mente è soverchiante in favore dell'ammissione d' una reale connessione genetica fra i due gruppi ». Dire « che nessuna struttura fra le piante sembri di aver lasciato così lieve traccia della sua origine come gli sporofiti foliari di Pteridofite e Spermofite » è certamente ignorare tutti i principî di morfologia comparata. Quando noi riflettiamo che gli organi riproduttori e i modi di fertilizzazione sono gli stessi in tutti le Archegoniate; che le prime divisioni e l'accrescimento dell'embrione sono identici; che nelle molto specializzate Briofite lo sporofito sviluppa tessuti assimilatori e conduttori strettamente comparabili con quelli di Pteridofite; e infine, che la formazione delle spore è identica fino ai più minuti dettagli; certamente tutto questo supera quanto è necessario a stabilire la verità » (1). Però egli stesso, in seguito, mostra le grandi differenze tra Alghe, Epatice e Felci viventi, perchè di queste soltanto può parlare.

È un grande errore, secondo me, voler attribuir troppo alla morfologia comparata come prova per la discendenza; e so bene, che su

---

(1) *The Origin of terrestrial Plants*, " Science ", volume XVII, 1903, pag. 101.

queste basi si è costruita tutta la dottrina dell'evoluzione; e voglio riferire alcune conclusioni d'un botanico, cui non si può attribuire l'ignoranza della morfologia comparata, d'uno che ha fatto analisi e comparazioni complete e delicate, Bower (1). Scrive: « Già si è veduto che nessuna forma definita di alga ora vivente può essere considerata di essere stata come diretto progenitore di qualche tipo conosciuto di Archegoniate. *Alcune alghe suggeriscono nella loro fase post-sessuale come l'inizio d'uno sporofito possa essere avvenuto, ma non trovasi sufficiente ragione di sostenerle come se fossero nella linea reale di discendenza delle forme di Archegoniate.* La probabile relazione di Briofite e Pteridofite è in qualche modo simile; perchè, benchè la comparazione dei loro sporangi con gli sporofiti delle piante vascolari mostri molti punti di somiglianza, pure non può sostenersi che vi sia sufficiente prova ad ammettere una relazione filetica fra le Archegoniate non vascolari e le vascolari. *Muschi ed epatice possono con probabilità considerarsi come due rami ciechi di discendenza* (L'italico è dell'A.) ». In altro luogo Bower sostiene che si trovano somiglianze di strutture fra muschi ed epatice, ma che queste somiglianze non indicano una affinità genetica (2).

Nè certamente hanno più valore le dottrine

---

(1) *The Origin of Land Flora.* London, 1908, pag. 709.
(2) Op. cit., pag. 272.

dell'embriologia comparata, che ne ebbero già tanto per l'evoluzione animale, per dimostrare la ricapitolazione nella serie ascendente delle piante. Il Bower, testè ricordato, ha voluto rivedere queste dottrine e ne ha mostrato la non applicabilità; forse nei casi di affinità molto ristretta, e dove vi sono forme strettamente definite, sarebbe possibile un'applicazione embriogenica e soltanto nelle fasi iniziali embriologiche. Perchè il concetto di un'unità di piano o di tipo di costruzione dell'embrione nelle piante archegoniate è andato ad abbandonarsi; e quindi egli crede che la ricapitolazione potrà essere tracciata come un fenomeno limitato e soltanto applicabile al caso di adattamenti relativamente recenti, ma non con eguale certezza ai molto lontani fatti del passato (1).

Quindi, una teoria dell'evoluzione che si vuol far dipendere e dimostrare quasi esclusivamente dalle forme viventi, come costruite su unico piano e poste per evoluzione sopra una scala ascendente da alghe a Tallofite, a Pteridofite, a Ginnosperme, ad Angiosperme, non può, dopo quanto si conosce, essere accettata. Ma se essa ancora sussiste ed è sostenuta, ciò è perchè teoricamente apparisce incrollabile tanto per il regno animale, quanto per il vegetale; e perchè teoricamente è sostenuta, e davanti alla rivelazione dei fatti che la contraddicono, si tentano le vie

(1) Op. cit., cap. XIV.

di uscita con varî espedienti. E i fatti che principalmente sono in opposizione alla teoria corrente, derivano dalla paleontologia, in cui si dovrebbe trovar la base solida.

La paleontologia vegetale è piena di lacune, la più deficiente è la paleozoica fino al devoniano; da qui la flora comincia a manifestarsi ricca di forme e diffusa per tutto il globo. Già abbiamo mostrato la presenza di alghe nel precambriano, studiate da Walcott; nel cambriano inferiore di Acadia, Canada, altre alghe sono esaminate da Matthew; quel *Nematophycus* o *Nematophyton* di Dawson è stato descritto da Penhallow (1), ma è del devoniano. Altre alghe sono descritte da Schenk, Schimper, Zeiller, Brongniart, Seward, ed altri ancora, che sarebbe lungo enumerare; ma Scott non dà molto valore a quanto su ciò si è pubblicato, e soltanto ammette che pochi casi hanno interesse per la grande antichità, come *Girvanella* del siluriano, ordoviciano e cambriano, del resto poco determinata. Non vi è prova per l'esistenza di Siphoneae nel paleozoico più antico, nè per l'esistenza di Floridee; solo si conosce *Solenoptera* dell'ordoviciano, che ha nella struttura del *Lithothamnium*. Quelle descritte da Schenk, nel trattato che fa parte della grande opera di Zittel, non meritano tutta la fiducia, e il suo traduttore

(1) " Trans. R. S. Canada „, vol. VII, 1889.

ne ha eliminato molte (1). Zeiller afferma che le alghe fossili non si separano dalle forme recenti, esse non hanno assunto caratteri differènti da quelli che s'incontrano presentemente. « Se è così, scrive Scott, deve ammettersi che i dati paleontologici esistenti materialmente nulla aggiungono alla cognizione sistematica delle alghe » (2). Noi non ci meravigliamo affatto di questo, perchè ammettiamo che le alghe non abbiano mai mutato forma per evoluzione, benchè avessero potuto variare e produrre nuove specie.

Delle Briofite, cui si assegna nell'evoluzione teorica una parte importante, come se fossero stati i progenitori di Pteridofite, si hanno nel paleozoico ricordi scarsi e dubbi. Kidston crede di aver trovato nel carbonifero inferiore di Scozia molti esemplari di talli di questo dicotomo, e a questo fossile come genere provvisorio fu posto nome di *Marchantites*, perchè rassomiglia ad un talloide di Epatica. Scarsi i Muschi, di cui il migliore esemplare è *Muxites polytrichaeum* del carbonifero superiore. Nulla si può affermare di Epatice e di Muschi nelle roccie paleozoiche. Penhallow, che accetta essere le Briofite il legame fra le alghe verdi e le più alte piante vascolari, è costretto

---

(1) *Traité de Paléontologie*. Partie II. *Paléophytologie*. Paris, 1891. Vedi pagg. 66-7. — Scott, *The present position of Paleozoic Botany*, in *Progressus rei botanicae*, vol. I, 1907.

(2) Op. cit.

a dire la posizione filogenetica di queste piante esser stata determinata dalle forme esistenti, e che si dovrebbe inferire la loro origine nei primi tempi geologici, ma che nessun avanzo riconoscibile si ha prima del tardivo mesozoico e soltanto nel terziario si hanno forme definite (1). E questo, mentre da parte sua Scott scrive che, se le Briofite esistevano nel paleozoico, non ebbero una parte importante nella flora; e i ricordi fossili, nell'insieme, non danno nessun sostegno all'idea spesso sostenuta con fondamenti puramente teoretici, che le piante vascolari debbono la loro origine ad un antenato briofitico. È questione aperta se le Briofite siano una classe primitiva di piante o di origine relativamente tardiva (2).

I paleontologi della flora fanno come quelli della fauna, rinviano i progenitori sempre indietro ovvero li seppelliscono nelle lacune che trovansi nei varî tipi, ma sono sempre sorpresi dal fatto dell'improvvisa apparizione delle nuove forme, non precedute da forme precorritrici. Ecco qualche esempio nel modo espresso da Penhallow: « Teoricamente le Tallofite devono aver fiorito nei primitivissimi tempi della storia della terra, e i loro avanzi dovrebbero trovarsi nelle roccie laurenziane; ma se noi lasciamo fuori le forme pro-

(1) *A decade of North american Paleobotany,* " Science", N. S., vol. XIII, 1901.

(2) Op. cit.

blematiche, nulla di riconoscibile appare fino al siluriano, nell'ultima parte del quale improvvisamente noi siamo davanti ad alghe di dimensioni gigantesche e con un'organizzazione di alto grado, che implicherebbe l'esistenza di una lunga linea di progenitori nei primitivi periodi geologici, di cui ogni traccia sembra sparita ». Ma, secondo l'autore, la causa dell'assenza di progenitori è da ricercarla nella distruzione delle forme che precedevano quelle apparse. Ancora un altro esempio e di piante più elevate. « Le piante vascolari più resistenti alla decadenza come fossili, si sono trovate in migliore stato e si prestano meglio agli studi filogenetici. Ma, considerando la distribuzione di queste piante nella durata geologica, si è impressionati non tanto dalla loro posizione verticale spesso estesa, quanto della subitaneità con la quale tipi speciali appariscono attraverso rappresentanti di un alto grado di organizzazione. Questo è già stato notato nel caso di Tallofite, e non è meno notevole fra piante vascolari. Le Felci che appariscono prima nel devoniano, sono rappresentate non solo da foglie e da frutti, ma anche da fusti di grandi dimensioni; le Cicadee appariscono d'improvviso nel giurassico e cretaceo, mentre le Angiosperme subito appaiono nel mesozoico, dove guadagnano gran preponderanza nel cretaceo » (1). Questo fenomeno è identico a quello

(1) Op. cit.

che avviene nella fauna. Tansley, alcuni anni addietro, aveva scritto: « L'enorme lacuna nel regno vegetale nel tempo presente è senza dubbio quella che separa le Pteridofite dalle piante che definitivamente stanno al disotto di quelle in organizzazione, e quando noi tentiamo di fare un passo indietro alle Felci, noi sprofondiamo nell'abisso ». Noi abbiamo fatto parola delle Briofite, che si sogliono considerare da alcuni come progenitori di Pteridofite, generalmente prese; e abbiamo anche detto che il loro maggior fiorire è nel terziario, epoca troppo tardiva per dar loro il valore di precursori di Felci e di altre forme pteridofitiche; e crediamo anche inutile invocare la nostra ignoranza per la mancanza di fossilizzazione, come uno espediente che s'invoca dagli evoluzionisti e per gli animali e per le piante. Nè la somiglianza degli organi di riproduzione ci può convincere delle relazioni di affinità e di discendenza. Tutte le piante, come gli animali, hanno elementi comuni morfologici, perchè tutti devono obbedire alle leggi comuni biologiche: nutrizione, riproduzione, relazioni di difesa con l'abitato, o, come dicesi, con l'ambiente; si potrebbe dire di esservi un piano comune a tutte le forme vegetali; e quindi si produce una struttura adatta alle leggi biologiche, la quale però è varia, complicata differentemente secondo i tipi vegetali e le relazioni esteriori che possano influire. Quando le forme hanno raggiunto l'organizzazione che serve ai fini biologici, si fissano

in tipi, che restano invariati sotto qualsiasi condizione che possa sopraggiungere. Dico che i tipi si fissano e non mutano così da diventare altri tipi differenti, ma variano soltanto in caratteri che non influiscono alla trasformazione tipica. Questo abbiamo sostenuto nelle analisi fatte sulla vita animale; questo sosteniamo egualmente per la vita vegetale; e ciò sosteniamo con grande convinzione, avendo profondamente esaminato i problemi della vita vegetale fino dall'apparizione sua sulla terra: i problemi della paleobotanica che abbiamo studiati negli evoluzionisti di tipo trasformista, ci hanno rivelato che qui i fatti sono avvenuti come nel regno animale, e quindi si completano e si sostengono reciprocamente.

Le alghe di ogni tipo rappresentano forme che hanno raggiunto la loro ultima forma con strutture che sono adatte alla loro esistenza e alle funzioni che servono alla vita; alcune di esse sono così organizzate, specialmente in quanto si riferisce agli organi di riproduzione, che appaiono mirabili per la complicazione caratteristica che serve alla loro vita. Mi sembra superfluo ricordare la *Vaucheria*, la *Ulothrix*, il *Volvox*, e altre forme di Cloroficee, come mi sembra egualmente superfluo citare molte delle Feoficee, e altre come le Caracee, che hanno forme complesse e definite, o come dicesi differenziate. Ora ammettere che da forme così definite si possa passare ad altre differenti, a me sembra

sia un concetto erroneo; perchè una forma diventi altra differente bisogna che perda i caratteri che ha acquistati nella propria evoluzione per assumerne altri; e questo, per me, non è concepibile. Una variazione può avvenire, cioè qualche carattere può subire modificazione e parzialmente, ma non può mutarsi tutta la compagine dei caratteri. Un genere che è un'astrazione, comprende molte specie, che sono fra loro separate da qualche carattere soltanto; e il genere, quindi, rappresenterebbe il tipo che rimane fisso e non muta. Quindi non crediamo, neppur teoricamente, possibile che dalle alghe provengano le Archegoniate inferiori, cioè Briofite o Muschi.

Chi osserva le strutture di Epatice, p. es., la ben nota *Marchantia*, troverà e forme e funzioni di carattere così definito che difficilmente, se non è dominato dal pregiudizio delle teorie in voga, potrà concepire che qualcuna di esse possa diventare una Felce o un *Lycopodium*, malgrado vi sieno alcuni caratteri generali comuni fra loro. Le Epatice, tali quali le conosciamo viventi e le poche fossili, hanno strutture definite, o, come suol dirsi, differenziate per la vita vegetativa, e organi riproduttivi che compiono la loro funzione, così normalmente e anche in modo così complicato per la piccola pianta, che ammettere il trasformarsi di tutto questo organismo definitivamente fissato, per diventare un altro differente di grado superiore, non può essere verisimile, neppur teoricamente. Nessun dubbio v'ha che

Briofite e Pteridofite hanno organi di riproduzione che si assomigliano, anche in alcune fasi funzionali, ma la somiglianza, come ho sempre detto, non implica affinità o discendenza, nel senso come comunemente è intesa dagli evoluzionisti trasformisti. Perchè l'un tipo e l'altro compiono identica funzione e quindi hanno organi che non possono essere fondamentalmente differenti; e le differenze che esistono e sono anche grandi, derivano dal fatto che i due tipi di piante sono differenti, e ciascuno si è formato in modo indipendente, secondo le formazioni delle proprie strutture vegetative nelle condizioni in cui ha vissuto e vive. Inoltre, come nelle varie Alghe e nei Muschi, vi è tanta varietà di forme da costituire grandi divisioni e da classificare ordini e generi differenti: ciò implica il fatto di origine ed evoluzione propria in ciascun tipo, cioè di origine e sviluppo poligenetici, appunto come abbiamo dimostrato per i varî gruppi animali.

Che Alghe e Briofite e Muschi abbiano avuto origine indipendente ed evoluzione separata, si può confermare per mezzo delle piante fossili. Noi possiamo riconoscere le Tallofite e le Embriofite fossili per quei caratteri simili spesso identici con le forme corrispondenti che ancor vivono, e siamo edotti dalla loro apparizione nella flora appunto dal fatto che queste forme di piante conservano i caratteri che avevano acquistato nella loro evoluzione nell'epoca in cui apparvero; è certamente probabile che alcune

forme siano nate in varî tempi e successivi, com'è avvenuto per gli animali. Vero è che soltanto dei grandi gruppi possiamo stabilire l'epoca di loro apparizione e neppur sempre; ma pertanto è certo che queste due grandi classi ci hanno lasciato ricordi paleontologici in epoche meno remote di alcune altre, alcuni di questi ricordi sono soltanto del mesozoico e del terziario. Qualunque siano le lacune, è ormai indubitato che si possa affermare la persistenza delle forme stabilite e definite, ove esse s'incontrano; e questa persistenza è contraria ad ogni concetto di trasformazione di tipo, com'è ammesso dalla teoria corrente dell'evoluzione.

Così Tansley aveva ragione di affermare l'enorme lacuna che trovasi fra le Felci e le piante inferiori; ma noi non ammettiamo questa lacuna nel significato dei teorici evoluzionisti, perchè, come diremo, le Felci, come tutte le forme che vanno col nome di Pteridofite, hanno avuto un'origine indipendente e un'evoluzione propria, contenuta nell'àmbito del proprio tipo.

Chi legge i paleobotanisti più accreditati e io ne ho consultati dei più illustri nelle loro memorie e nei loro volumi, troverà che essi ammettono, perchè è fatto constatato, l'apparizione improvvisa delle piante vascolari, delle Pteridofite nel devoniano, Ginnosperme e Angiosperme più tardi, ma anche affermano che queste prime piante apparse hanno un' elevata e inaspettata differenziazione, alcune anzi, superiore alle piante

che da quelle fossili si fanno discendere. Questi fatti parlano contro quella teorica evoluzionistica che si vuol sostenere, e gli stessi autori mettono in guardia i cultori perchè non si lascino sorprendere dal fatto che non sarebbe contrario, come sembra, all'evoluzione. Scott ammette che noi troviamo non soltanto Crittogame vascolari ben caratterizzate di gruppi varî, ma anche piante a serie altamente organizzate nel paleozoico: e aggiunge che questo fatto sarebbe un argomento fallace contro l'evoluzione (1).

Scott in un suo discorso molto importante (2) si occupa delle piante a fiori dell'epoca mesozoica, e parla delle Cicadee viventi e delle mesozoiche, che si vogliono considerare affini a quelle. E intanto trova che le Cicadee viventi sono primitive. « In *Cycas* (scrive) i semi sono sopra un organo che ancora è foglia e nulla dalla natura di un fiore è differenziato. Nessuna altra pianta vivente a semi è così primitiva come questa; ma le Cicadee nell'insieme sono la più primitiva famiglia di Spermofite recenti, com'è molto chiaramente mostrato nel loro modo di fertilizzazione crittogamica per mezzo di spermatozoi, che esse dividono soltanto con Ginkgo fra le piante a semi ».

---

(1) *Studies in Fossil Botany*, 2ª ediz., vol. I. London, 1908. Introduzione.

(2) *The Flowering Plants of the Mesozoic Age, in the light of recent Discovery*, "The President's Address. Journal of R. Microscopic Society ", April 1907.

Ciò constatato, per un evoluzionista riesce difficile conciliare questa condizione così primitiva di Cicadee con l'alta organizzazione di Bennettite o *Cycadeoidea* mesozoici, com'è stata scoperta principalmente da Wieland sulle piante fossili americane. Ecco il discorso di Scott, che vale bene trascriverlo, essendo Scott uno dei più insigni paleobotanici. « Se andiamo indietro al mesozoico, noi, su ciò che potrebbe dirsi il concetto elementare di evoluzione, dovremmo attenderci di trovare le Cicadofite, che furono così abbondanti in questo periodo, ancor più semplici e più vicine alle condizioni crittogamiche dei membri della classe che sono giunti fino ai nostri giorni. Ma questo non è affatto il caso; vi era, senza dubbio, un certo numero di Cicadi nel mesozoico, che era quasi allo stesso livello di organizzazione dei rappresentanti viventi, ma la gran maggioranza, per quanto sia chiaramente provato, raggiunse una organizzazione molto più elevata, almeno nei loro modi di riproduzione, che ha sorpassato qualcuna delle Ginnosperme a noi ora note. Questo è uno dei molti fatti in paleontologia che mostra come evoluzione non sia affatto un progresso evidente dal semplice al complesso, quale molti hanno imaginato. Appunto come i Licopodi e gli Equiseti del carbonifero non erano più semplici, ma molto più complessi dei loro successori, così le Cicadofite del mesozoico erano, nella totalità, sopra un livello molto più alto della so-

pravvivente famiglia di Cicadee, che ora li rappresenta ». La spiegazione di questo fatto così è data dallo stesso autore. « La storia del regno vegetale, per quanto dànno i ricordi, è la storia dell'ascensione di una successione di famiglie dominanti, ciascuna delle quali raggiunse il suo massimo in qualche periodo definito, in estensione e in organizzazione, e dopo cadde in una oscurità relativa, o perì interamente, dando posto ad altra stirpe, la quale, sotto condizioni mutevoli, fu più atta ad assumere il posto dominante. Le Cicadofite del mesozoico erano, al tempo loro, che fu lungo, un gruppo dominante, tanto almeno quanto le Dicotiledoni sono presentemente, e si fornirono di un' organizzazione elevata in relazione, ancora rivaleggiando le Angiosperme (forse cadetti dello stesso tronco), che infine le spodestarono ».

Qui troviamo che non soltanto le Cicadofite, ma anche Licopodi sono messi nella medesima condizione. I Licopodi viventi sono erbacei, mentre quelli paleozoici erano oltre che erbacei anche arborescenti di un'elevata organizzazione, come i Lepidodendron, i Sigillaria, Bothrodendron, e altri, mentre i viventi sono una relativa misera cosa, donde le grandi difficoltà di considerare le forme viventi come discendenti dalle fossili paleozoiche. Ma il concetto di Scott non mi pare che abbia relazione a quella teoria di evoluzione come dovrebbe intendersi. Credo giusta la sua idea di famiglie vegetali dominanti in qualche

periodo geologico e in seguito decadute o estinte; questo può ammettersi anche per famiglie animali; ma ciò non spiegherebbe il fatto come evoluzione in qualsiasi modo si voglia intendere, se non sia il sorgere d'una forma di pianta, il suo svolgersi e il suo decadimento o l'estinzione nel proprio àmbito senza relazione ad altra forma o tipo. L'evoluzione per sè deve essere sempre in forma ascendente e progressiva, altrimenti non è tale e non le compete questo nome. Nel caso di Cicadofite, e di Licopodiali noi vediamo forme che nascono e si sviluppano e non escono dai proprî limiti morfologici, e infine declinano o si spengono. Cicadofite si svilupparono così che divennero eterospore, e anche in caratteri florali, come ha dimostrato già evidentemente il Wieland, e come avevano intraveduto Capellini e Solms-Laubach in *Cycadeoidea Etrusca*, Cap. e Solms (1), cioè un'evoluzione che si svolse nel mesozoico d'un tipo vegetale giunto all'apice della sua ascendenza.

---

(1) Vedasi: *I tronchi di Bennettitee dei Musei italiani*, dei Prof. Sen. G. Capellini e Conte E. Solms-Laubach, " Accad. Scienze Bologna „, ser. V, tomo II delle " Memorie „, 1892. Di G. Capellini, soltanto: *Le Cicadee fossili del Museo geologico di Bologna*, "Accad. Scienze„ cit., ser. VI, t. VI, 1909. Queste Memorie io debbo al Senat. Prof. Capellini, che qui ringrazio della cortesia.

Wieland G. B., *American Fossil Cycades*, " Carnegie Inst. of Washington „, 1906-1916, opera insigne per ricchezza di osservazioni sopra copiosissimo materiale.

Resta il problema delle Cicadee viventi, se esse sono discendenti delle mesozoiche così altàmente sviluppate; e non sono pochi gli sforzi morfologici dei paleontologi della botanica per scoprirvi queste relazioni di discendenza, che invero non sono convincenti, nè quelli del Wieland, nè quelli degli altri autori. Qui Scott afferma che devono esservi state Cicadee nel mesozoico con morfologia dello stesso livello di quelle viventi, ma finora non si sono scoperte.

Il gruppo che prende nome di Licopodiali, come se il *Lycopodium* vivente possa rappresentarlo, è molto importante a considerare per la teoria dell'evoluzione. E ricordo che vi sono due gruppi di Licopodiali moderni, *Homosporeae* con la famiglia Lycopodiaceae, ed *Heterosporeae* con due famiglie *Selaginellaceae* e *Isoetaceae*, tutte erbacee. « Una cognizione generale dei generi estinti e dei viventi (di Licopodiali) ci metterà in grado (scrive Seward) di apprezzare i contrasti fra le forme viventi e le fossili e di mostrare la situazione preminente occupata da questo gruppo nel paleozoico, la quale è in forte contrasto con la parte che prendono le sopravviventi diminuite nella presente vegetazione » (1). L'Autore avverte che di ricordi erbacei abbonda la letteratura nelle specie di *Lycopodites*, *Lycopodium*, *Selaginella* e *Selaginites*, ma bisogna mettersi in guardia per gli errori che ne sono

(1) *Fossil Plants*, vol. II, 1910, pag. 30.

avvenuti, essendovi altre piante che dai frammenti fossili si distinguono poco o nulla da veri Licopodi. Così, ricordi che vogliono riferirsi a *Isoetites*, come *Pleuromeia*, non sono convincenti quali rappresentanti di Isoetes; e così altri (1).

Invece sono le forme arborescenti che costituiscono il gruppo eminente di Licopodiali fossili, e queste pare che non possano affatto considerarsi come progenitori o fra i progenitori dei tipi esistenti, mentre formano una parte cospicua della ricca flora del paleozoico, rappresentata principalmente da Lepidodendron, Sigillaria, Stigmaria, Bothrodendron, cui si può aggiungere Ulodendron e altri. Questi tipi sono ora ben conosciuti tanto dal lato anatomico, quanto da quello che riguarda gli organi riproduttori, e sono vere Pteridofite. Questi tipi, meno la Sigillaria, erano considerati antichissimi, del devoniano superiore, perchè trovati in quella formazione dell'isola degli Orsi e descritti con altri tipi da Nathorst (2). Sigillaria, secondo lo studio di Koenon sulla distribuzione geologica nel 1904, non sarebbe apparsa nel carbonifero inferiore, ma dal superiore in poi (3); ma White

---

(1) Op. cit., pag. 66 e seg.

(2) NATHORST, *Ueber Oberdevonischen Flora der Bären-Insel.* " K. Svenska Vet. Akad. Handl ", B. 36. Stockholm, 1902. Cfr. anche HEER, *Beiträge zur Steinkohlen-Flora der arctischen Zone,* ib., vol. XII, 1874.

(3) KOENEN, *Sigillarienstämme. Unterscheidungsmerkmale Arten, Geologische Verbreitungen,* " Abhand. K. Preuss. Geol. Landesanstalt ", Heft 43, 1904.

in seguito ha descritto un'*Archaeosigillaria primaeva* del devoniano superiore di New York. Questo esemplare fu da lui descritto come il più altamente sviluppato rappresentante d'un gruppo arcaico chiaramente distinto, che adombrerebbe i generi posteriori, Bothrodendron, Sigillaria e Lepidodendron e Lepidophloioss. Seward che riferisce questa scoperta, ammetterebbe che Lepidodendron e Sigillaria sarebbero derivati da un comune progenitore per i caratteri affini che possiedono (1). Questa idea non può avere qui alcun significato; invece è da ritenere che l'Archaeosigillaria è contemporanea di quei tipi che sopra ho indicati, trovati nell'isola degli Orsi, e quelle posteriori sarebbero le discendenti.

Ma il fenomeno per l'interpretazione dal punto di vista dell'evoluzione si complica per il fatto che sembra essere stati i Licopodi fossili tutti eterospori, mentre gli esistenti sono omospori. Vi ha altro: due forme poste in Licopodiali, la *Miadesmia* erbacea e *Lepidcarpon* arborescente sono piante a semi e del carbonifero inferiore; hanno abito licopodiaceo, caratteri comuni vegetativi con le forme del gruppo, ma portano organi di riproduzione ben differenti, superiori, come Ginnosperme o quasi, con le quali sono state scambiate (2). Sono essi rami separati,

(1) SEWARD, op. cit., pagg. 267-8.

(2) Cfr. per i loro caratteri: SCOTT, op. cit., pag. 265 e altrove; SEWARD, op. cit., vol. II, pag. 270 e seg.

paralleli con altri Licopodi, o indicano un'evoluzione del tipo? È difficile dirlo.

Considerati due gruppi, Cicadofite e Licopodiali fossili, secondo il concetto sopra riferito di Scott, non possono giovare alla teoria dell'evoluzione come comunemente s'intende da tutti gli evoluzionisti, Scott medesimo compreso, malgrado le sue dichiarazioni. Questi gruppi di piante, apparse improvvisamente, ebbero un'evoluzione propria nella sfera cui ciascuno appartiene e in seguito perirono; soltanto alcune forme inferiori, sembra, venute più tardivamente, ben che ciò sfugga all'osservazione per documenti incerti o dubbi, hanno dato le forme esistenti di Cicadacee e di Licopodi con Selaginelle e Isoeti.

Un altro gruppo caratteristico è quello di Sphenophyllales, gruppo estinto, la cui origine è devoniana, contemporanea, per quanto ora si conosce, a Licopodiali e a Filicali. Nathorst trovò lo *Sphenophyllum* e *Pseudobornia* nel devoniano superiore dell'isola degli Orsi insieme con *Bothrodendron* e *Lepidodendron*, come sopra ho detto (1), e potrei aggiungere esempi di altre località.

I rappresentanti di Sphenophyllales sono due gruppi subalterni, cioè *Sphenophylleae* e *Cheirostrobeae*, l'ultimo però è rappresentato quasi esclusivamente dalla fruttificazione. Si fanno tutti

(1) Vedi op. cit.

gli sforzi per aggregare questi gruppi a Psilotales, forme viventi, *Psilotum* e *Tmesipteris*, di Australia, Nuova Zelanda e Polinesia. Anche Pseudobornia si vuole avvicinare a Sphenophyllales. Tutte queste forme dovrebbero essere di aspetto licopodiano, secondo gli autori, anzi Jeffrey, Lignier e Scott, con qualche modificazione, avrebbero proposto una classificazione di queste forme col nome di *Lycopsida*, includendovi Sphenophyllales, Equisetales, Psilotales e Lycopodiales; Equisetales sono rappresentanti di Calamarie (1). Non è il caso qui di esposizione dei caratteri di tali gruppi o classi di cui Psilotales sono rappresentati da generi esistenti, come già ho detto; aggiungo soltanto che Scott terminando la sua analisi, crede che i Licopodi recenti molto probabilmente sembrino derivare da forme *Lycopodites*, che sono state sempre erbacee; è anche possibile che il genere triassico *Pleuromeia* possa essere un legame per *Isoetes*, vivente, e Lepidodendri arborescenti.

Ma io voglio ora parlare di *Cheirostrobus*, del quale si costruisce una famiglia di Sphenophyllales. Il cono detto *Cheirostrobus* è del carbonifero inferiore, quindi di grande antichità, di molta complessità di struttura, una fruttificazione di tipo pteridofitico la più elaborata. Così Scott,

---

(1) Scott, *The present Position of Paleozoic Botany*, in *Progressus Rei Botanicae* cit.

che l'ha esaminato con grande accuratezza (1). Due esemplari finora erano stati scoperti; trovasi prossimo allo stelo di *Sphenophyllum insigne* dal quale però differisce così nella struttura da precludere ogni idea di qualsiasi connessione fra essi. Ma non si ha nulla di certo sugli organi vegetativi, sui quali esso fioriva. Lascio la descrizione delle strutture dello Strobilus, e vengo al concetto espresso dall' insigne autore sul significato di esse. È bene tradurre per non alterare il pensiero dell'autore.

" Il cono di *Cheirostrobus pettycurensis* e forse la più complessa fruttificazione di Crittogame nota oggi a noi, e il fatto sorprendente è che esso trovasi in un.orizzonte così antico cioè la base della formazione carbonifera. Ma, per quanto sia grandemente modificato, *Cheirostrobus* porta la impronta di una grande antichità per essere un tipo sintetico che ha combinati i caratteri di gruppi differentissimi di piante. Nei suoi sporangiofori peltati e nell'inserzione e nei particolari di struttura dei suoi sporangi, *Cheirostrobus* s'accorda esattamente con Calamarie. Nell'anatomia della stele, d'altra parte, somiglia a Licopodi del tipo di *Lepidodendron*. Mentre così combinando alcuni caratteri di Equiseti e di

(1) " Phil. Transact. ", S. R. London, vol. CLXXXIX B., 1897. — Id., *The present Position of Paleozoic Botany* cit. — Id., *Studies in Fossil Botany* cit.

Licopodi, *Cheirostrobus* mostra la maggiore affinità con Sphenophylleae nei seguenti caratteri: la disposizione delle appendici in verticilli soprapposti, la segmentazione palmatifida delle foglie (sporofilli), la ripetuta ramificazione delle traccie foliari nella corteccia, e la relazione degli sporangiofori ai segmenti sterili o brattee. In *Cheirostrobus* è manifesto che gli sporangiofori sono ventrali o segmenti superiori della stessa foglia delle brattee sterili come i segmenti dorsali o inferiori (1) ».

Seward sostanzialmente ripete il concetto di Scott, ma in modo un poco differente (2): « *Cheirostrobus* presenta un importante esempio di un tipo di riproduzione costrutto su un piano *sui generis*, e potrebbe essere classificato insieme con altri generi estinti come esempio della produzione nel corso dell'evoluzione di schemi architetturali che appariscono di essere male adatti per lottare con tipi egualmente efficaci benchè molto più semplici. Ma la scoperta di queste forme isolate di grado geologico ristretto in mezzo ai residui di vegetazione paleozoica spesso dà la chiave dei problemi filogenetici. *Cheirostrobus* per la sua complessa combinazione di strutture caratteristiche di Equisetali, Licopodiali e del genere *Sphenophyllum* apporta una luce benvenuta sopra le intercalazioni di gruppi

---

(1) *Studies in Fossil Botany* cit., pag. 121-2.
(2) Op. cit., vol. II, pag. 10.

che rappresentano serie divergenti. La combinazione di strutture morfologiche in questo tipo generalizzato permise all'autore di questo genere di descriverlo come un discendente di un antico tronco che esisteva anteriormente alla divergenza di Equisetali e Licopodiali ».

Questa dottrina nei due chiari autori è ripetuta per altre forme di piante, ma a noi sembra poco convincente, per non dire che non possa corrispondere alla realtà. Per loro quindi si può trovare un tipo reale in una pianta che avesse combinati molti caratteri, i quali nei discendenti sarebbero stati divisi, e quindi questi discendenti sarebbero stati fra loro differenti, ereditando ciascuno caratteri che si trovavano nel tipo progenitore. In altre parole un tipo progenitore carico di caratteri varî, dal quale i discendenti avrebbero preso soltanto qualche carattere, ma ciascuno caratteri differenti. Mi si permetta di paragonare questa teoria a quel che farebbe un padre che lascierebbe ai figli proprietà l'una dall'altra differente, a chi una casa, a chi una campagna, ad altro denari! Nascerebbero dunque, prima tipi complessi, mirabili come il *Cheirostrobus*, dopo da essi forme meno complesse e più semplici. Ciò è inverisimile in ogni dottrina dell'evoluzione. Frattanto il *Cheirostrobus* è, secondo Scott, fortemente modificato, ciò che vuol dire specializzato, definito, e supporrebbe un progenitore meno definito; e ciò è anche poco concepibile. La verità è che i nostri au-

tori sono sorpresi di scoprire all'apparire improvviso di forme vegetali tipi complessi per caratteri e altamente organizzati, e vogliono trovare spiegazioni del fenomeno sorprendente, e quindi speculano ingegnosamente e costruiscono teorie. Il *Cheirostrobus*, che apparisce dopo lo *Sphenophyllum*, le Calamarie, il *Lepidodendron*, del devoniano, probabilmente, benchè siasi trovato nel carbonifero superiore, è del devoniano anch'esso, cioè contemporaneo di quelle altre forme, delle quali non può essere progenitore. Se così non fosse, venendo posteriormente, meno ancora può essere stato loro progenitore. In quanto all'affinità dei caratteri se ne sono trovate già nelle tre classi nominate e non potrà sorprendere che se ne trovino nel *Cheirostrobus* complessissimo fra Pteridofite. Si farebbe bene di considerare questa forma come rappresentante una classe, cioè *Cheirostrobilales* fino a nuovi documenti, perchè finora non si conoscono i caratteri vegetativi della pianta.

Nathorst, nel devoniano superiore dell' isola degli Orsi trovò residui d'una pianta, la quale, malgrado alcune affinità con Sphenophyllales, egli giudicò di far classe a sè distinta; è la *Pseudobornia*, che egli attribuì alla classe Pseudoborniales, cioè, secondo l'interpretazione più esatta, essa è un ramo distinto e parallelo con Sphenophyllales. Scott ne vorrebbe fare secondo la sua teoria, veduta su nel *Cheirostrobus*, un'antica sintetica razza di piante, di cui Spheno-

phyllales hanno formato finora i soli esempi conosciuti (1). Questa teoria di Scott è anche di altri per diverse forme fossili, come vedremo, ma non mi pare una teoria sostenibile: una forma individuale è una forma con caratteri definiti, non generali e sintetici.

Delle Felci esistenti si fa una divisione in Eusporangiate e in Leptosporangiate; delle prime sono le Marattiaceae e le Ophioglossaceae; il resto, molto numeroso, appartiene alla seconda categoria. Secondo l'origine e l'evoluzione si sono fatte molte congetture con studi speciali e sulle forme fossili e sulle recenti, per venire a capo di qualche definitiva soluzione del problema. Bower, principalmente, crede di avere risoluto il problema a favore delle Eusporangiate, come primitive, ed ha avuto seguaci (2). Arber ha fatto un lavoro speciale su questo problema (3). Egli crede difficile di trovare la storia della vita (*lifeline*) delle Felci nel paleozoico, perchè non ammette che una razza la quale s'innalzò ad una posizione dominante nella vegetazione del passato o del presente, non venne all' esistenza subitamente, benchè in alcuni casi potrebbe raggiungere la sua fase dominante in un periodo geologico comparativamente breve. Ag-

---

(1) NATHORST, op. cit., e SCOTT, op. cit., pagg. 123-24.

(2) Op. cit., pag. 496.

(3) *On the Past History of the Ferns*, " Ann. Bot. ", XX, 1906.

giunge che è la nostra ignoranza la causa di vedere la comparsa di Angiosperme come istantanea; ma il fatto è indiscutibile!

Arber crede che le Felci fossili con sporangi annulati possano compararsi con Leptosporangiati viventi, e che vivevano nel paleozoico; e reca varî esempi come prova di questa affermazione. Intanto crede di stabilire forme primitive di Felci con la denominazione di Primofilices, accettate in seguito da Scott; e queste sarebbero *Botryopterideae*, come antica famiglia paleozoica, da cui discenderebbero le Leptosporangiate, le quali avrebbero predominato nel retico, nel giurassico, nel wealden, mentre nessun membro di Eusporangiate si ha in tali epoche. e nessuna di esse può considerarsi affine ad Ophioglossaceae. Ma poi crede che nel paleozoico la discendenza delle Felci non era ancora chiaramente differenziata nelle due forme.

Come ho detto, Scott accede all'idea di Arber sulla esistenza di Primofilices, e di Bothryopterideae ne vuol fare un gruppo sintetico, dal quale si partirebbe la discendenza con la partizione dei caratteri (1). Di questa famiglia vi sarebbe un gruppo *Zygopteris*, affine, del quale egli si è occupato particolarmente (2), il quale,

---

(1) *Studies in Fossil Botany* cit., pag. 305, e cap. IX, vol. I.

(2) *On a Palaeozoic Fern, the Zygopteris Grayi of Williamson*, " Ann. Bot. „, XXVI, 1912.

però, è molto distinto da *Bothryopteris*, che è il tipo della famiglia. *Bothryopteris* è del carbonifero inferiore, non più antico, mentre vi sono Felci del devoniano superiore almeno. I Primofilices sarebbero per Arber e anche per Scott come i progenitori, le forme primordiali.

Ma un'osservazione di Seward, che avanza un'altra idea, utile al lettore che vuol conoscere qualche cosa sull'evoluzione delle piante è la seguente. Scrive: « Noi potremmo parlare di tipi di Felci paleozoiche, trattate nelle pagine seguenti come membri di un gruppo che differisce in molti aspetti da qualsiasi genere esistente di Filicali, e che mostra le caratteristiche osservate con piante generalizzate. Williamson, nel 1883, parlò di Botryopterideae di Renault come tipi « interamente estinti e generalizzati ». Per queste Felci paleozoiche generalizzate io propongo di adoperare il nome Coenopterideae. Questo nome potrebbe essere adottato in un senso più largo che il nome Botryopterideae di Renault. Il nome proposto da Arber, Primofilices, potrebbe essere impiegato, ma l'implicazione che apporta è un argomento contro questa adozione. Noi finora non abbiamo raggiunto uno stadio nella ricerca dei tipi estinti in cui possiamo riconoscere quali Felci sono realmente primarie o primitive. La ricerca sull' origine continuerà; come nuove scoperte si fanno, il nostro punto di vista muta e il tipo primitivo di oggi potrebbe domani prendere un posto più elevato.

L'epiteto di primitivo o primario, in realtà è provvisorio: adattare tale nome di Primofilices suggerisce una finalità che non è stata raggiunta nè è probabile sia raggiunta. Il vero tipo progenitore che noi ci sforziamo di scoprire, inganna come un fuoco fatuo » (1). Ha ragione!

Sostanzialmente io qui vedo che la differenza è quasi verbale, perchè per tutti i paleobotanici che trattano il gruppo di Botryopterideae, esso sarebbe un gruppo generalizzato, quasi che da esso venissero a discendere le forme successive ignote però, perchè non sono indicate. Ma per Seward non è il prototipo delle Felci, mentre per Arber parrebbe che così fosse. La considerazione di Seward sull'illusione di una forma primitiva è perfettamente giustificata; noi abbiamo veduto queste illusioni nelle ricerche di evoluzione animale, i progenitori sfuggono sempre o si rinviano più indietro non scoprendosi, o anche s'inventano.

Lo studio che riguarda le Felci fossili è reso più difficile dal fatto della scoperta delle Pteridosperme, d'origine confuse con le Felci vere per l'abito comune che quelle hanno con queste e per molte strutture vegetative simili; ed ancora perchè semi, fusti, rami, foglie s'incontrano separatamente nei terreni fossiliferi ed è difficile ravvicinare tutte queste parti per ricostruire le piante. Dal confronto dei resti fossili attribuiti

(1) *Fossil Plants* cit., pag. 433, vol. II.

a vere Felci con le Felci esistenti si ha il fatto che queste ultime sono una parte importante della flora moderna per un gran numero di generi e di specie distribuiti sulla terra; mentre le Felci fossili che erano credute predominanti nel carbonifero, ora sono ridotte a un numero molto basso con la scoperta di Pteridosperme. Ma è ad aggiungere che malgrado gli studi ammirabili di analisi dei paleobotanici, non si riesce sempre a trovare le linee di affinità fra le forme estinte e le esistenti, nè quelle relazioni di grado evolutivo, che dovrebbero ritrovarsi secondo i principî della teoria. Questo fatto non è soltanto per Filicali, e già abbiamo veduto quali sono le relazioni di sviluppo negli altri gruppi, di cui si è parlato; potremmo egualmente affermare che il fenomeno è evidente in un altro gruppo che abbiamo tralasciato di esaminare, le Calamarie, non meno, però, importante degli altri.

Quale sia il risultato del rapido sguardo dato a questa prima parte della paleontologia vegetale, è detto in poche parole. I gruppi di Pteridofite sono apparsi all'improvviso nel paleozoico, cioè Filicales, Lycopodiales, Calamariae, Sphenophyllales, e nelle varie forme e in generi e specie, quasi tutti i rappresentanti della flora compresa nella flora pteridofitica, senza precursori o progenitori, Briofite e Muschi essendo ormai eliminati dall'onore di rappresentare questi progenitori. Le laboriose ricerche analitiche di tutti

i paleobotanici hanno avuto per fini due fatti principali: le affinità nello stesso gruppo delle varie forme fossili fra loro e delle fossili con le forme esistenti nella flora moderna; la possibile scoperta delle forme dette primitive rispetto a quelle credute discendenti da quelle, non mai il passaggio da una forma tipica ad altra differente, cioè una trasformazione, come esige la dottrina corrente dell'evoluzione. Noi abbiamo veduto, nello studio intenso e ampio che abbiamo potuto fare secondo le nostre forze, che i paleobotanici essi stessi hanno trovato grandi difficoltà di scoprire, per mezzo delle loro ammirabili analisi, dirette relazioni di discendenza delle forme recenti di piante dalle più antiche; di queste alcuni gruppi sono estinti definitivamente, altri mostrano relazioni più o meno vicine o lontane con le forme esistenti. Malgrado ciò non vi ha dubbio che i tipi di piante moderne di Pteridofite sono simili a quelli più antichi. Infine, come abbiamo sopra accennato al concetto di Scott, la flora paleozoica di questo tipo fu ricca e splendida, mentre la presente in generale è inferiore, l'evoluzione dei gruppi su menzionati avvenne poco dopo la loro origine senza uscire dall'àmbito di ciascuno e senza trasformazione alcuna, cui seguì la decadenza o l'estinzione di alcuni. L'evoluzione, dunque, non avvenne come hanno imaginato i teorici.

Ma prima di chiudere questo capitolo bisogna che io aggiunga ancora qualche osservazione,

desunta da concetti espressi da paleobotanici evoluzionisti. Scott, nel chiudere il suo splendido lavoro sulla botanica fossile, naturalmente vuol trarne i risultati generali; questo studio è limitato, come è saputo, a Pteridofite e a Spermofite; di queste ultime ancora io non ho parlato, ma le idee espresse da Scott possono valere a quanto dirò in seguito, perchè egli in un nuovo aggruppamento unisce ogni tipo di piante per trovarvi l'unità o le unità tipiche.

Anteriormente (1) Scott aveva fatto due principali gruppi: Lycopsida e Pteropsida, nel primo aveva incluso Lycopodiales, mentre Pseudoborniales erano comprese in Sphenophyllales; nel secondo erano comprese Filicales, Pteridospermeae e Gymnospermeae. Ora, dopo nuove analisi, aggiunge al secondo gruppo Angiospermeae, separa dal primo Lycopodiales e ne fa un gruppo distinto col nome di Lycopsida, mentre il primo che è aumentato da Pseudoborniales separate, assume il nome di Sphenopsida. Questi aggruppamenti sono fatti per supposte affinità, dico supposte, perchè non sono dimostrate che per somiglianze di strutture sopratutto vegetative; e difatti esse sono riassunte nel capitolo finale dell'opera. Qui non è il caso di dar particolari, che sarebbero fuori dello scopo, oltre che aumenterebbero la mole del mio lavoro; ma

(1) *The present Position of Paleozoic Botany* cit.

non posso fare a meno di riferire un luogo importante delle induzioni di Scott riferentesi alla classificazione dei gruppi su detti. Scrive: « Un certo grado di convergenza fra le divisioni principali delle piante vascolari potrebbe essere tracciato seguendo la loro storia passata sino ai loro primi ricordi. Molti dei più antichi Sphenopsida mostrano un avvicinamento nei caratteri foliari al filo filicino megafillico, mentre anatomicamente essi tendono piuttosto verso Lycopodi. Il ricordo non va oltre indietro da mostrare se questa convergenza realmente indica un'origine comune per tutti le Pteridofite da unico tronco, benchè questa ipotesi sia pienamente sostenibile » (1).

I ricordi paleontologici dànno, dunque, molteplicità di forme, e soltanto è *opinione* l'origine comune da un *single stock*; a questa opinione noi abbiamo opposto il *fatto*, l'apparizione simultanea dei tipi e senza predecessori supposti, fatto comune a tutti i tipi di piante. In quanto alle somiglianze nei caratteri insieme con le divergenze, esse sono vere, nella maggior parte, altre sono soltanto analogie, e noi le spieghiamo come fatti di adattamento, che si trovano insieme con altri infiniti nelle piante; le variazioni di fasci, di cordoni vascolari, di strutture midollari, corticali ed altri elementi vege-

---

(1) *Studies in Fossil Botany*, pagg. 617-18. Cfr. tutto il cap. XIV.

tativi sono dovuti al fatto di diversità di tipi adatti alla vita, secondo i luoghi e i climi; ed è notissimo quanta influenza questi esercitano sulle forme vegetali (1). Così noi abbiamo interpretato le convergenze in alcune principali strutture animali come derivate dal fatto di funzioni del medesimo tipo, e le variazioni come dovute alla diversità di tipo animale, così anche per le strutture vegetali; noi pensiamo che naturalmente si devono trovare strutture simili nelle più varie forme o tipi vegetali, e allora queste somiglianze non possono essere prove di origine comune o di affinità, come si ammette generalmente. Tutte le somiglianze e affinità portano all'unità funzionale, le diversità e le divergenze alla varietà dei tipi morfologici.

---

(1) Borzì ultimamente ha trattato questo argomento: *Intorno al fondamento ecologico dell'organizzazione vegetale,* " Rivista di Biologia ". Roma, 1919, vol. I. Ma questo soltanto per quel che si riferisce al valore delle influenze.

XVI.

SOMMARIO: Pteridosperme e problemi che sorgono. Ginnosperme, origini. Cicadofite.

Coloro che secondo la teoria monogenista ammettono un'evoluzione delle piante da crittogame a spermofite di qualsiasi grado, passando per varie forme, dovrebbero esser sorpresi dal fatto che le Pteridosperme sono contemporanee dei varî Licopodi, Calamarie, Filicine, cioè sono egualmente paleozoici e appariscono nelle stesse formazioni di quei gruppi nominati (1). Non è

(1) Il lettore potrebbe convincersi di questa affermazione consultando le opere di NATHORST specialmente: *Zur Oberdevonische Flora der Bären-Insel* cit., e *Die Oberdevonische Flora des Ellesmere Landes*, " Report second Norvegian arctic Expedition of Fram ", 1904.

RENAULT, *Cours de Botanique fossile*. Paris, 1880-85.

POTONIÉ, *Abbildungen und Beschreibungen Fossilen Pflanzen - Reste der Palaeoz. u. mesozois. Formationen*, " K. Preuss. Geol. Landes Akad. Berlin Lief ", I-IX, 1901-1909. — ID., *Die Silur- und Culm Flora*, " Abh. K. Preuss. Geol. Landes ", Heft XXXVI, 1901. — ID., *Die Floristische Gliederung des deutschen Carbon und Perm.*, ibid., 1896. In queste e altre opere si trova la classificazione e l'analisi delle piante.

nel mio scopo di trattare dei caratteri di tali piante, che sono note ai botanici e agli specialisti di paleobotanica; io devo parlarne per quanto riguarda l'origine loro e la loro evoluzione, e quindi non avrò che a ricordarle, quando occorre.

I gruppi di piante riconosciute di portare semi e non spore come le Felci, ma a queste simili nell'abito e in alcuni caratteri vegetativi, sono le Lyginodendreae, che comprendono generi tali quali *Lyginodendron* ed *Hetereangium*, o forme ritenute affini, delle quali sono a ricordare Medullosee, Aneimitee, Pecopteridee non felci, e altre cui si dà il nome di Cycadofilices. Inoltre trovasi un gruppo o una classe molto ricca di elementi generici e specifici, col nome di Cordaitales. Tutti questi gruppi si sono classificati, studiati con analisi sottili e confronti per trovarvi affinità più o meno vicine, tanto nei caratteri anatomici quanto nei riproduttivi. Però da alcuni è pur detto che molti elementi che si fanno entrare in generi, sono eterogenei, gli avvicinamenti sono superficiali, e io aggiungo spesso corrispondono a quelle strutture che sono fondamentali per tutte le piante vascolari. Certamente sono innegabili molte somiglianze, ma da queste non si può sempre indurre quell'affinità che ha un significato più esteso e compromettente, cioè la parentela con la supposta unità di origine. Troppe differenze si osservano in mezzo alle somiglianze per poter proclamare un'origine comune nei varî gruppi; perchè spesso mi pare che forme com-

prese in un nome complessivo indicano rami distinti polifiletici, mentre gruppi adombrano origine poligenetica, nel modo medesimo come essi sono apparsi all'origine. A parer mio il paleobotanico avrebbe maggior libertà nello studio delle forme estinte o fossili comunque siano, se non fosse pregiudicato dalle teorie monogenetiche, cioè a dire di voler trovare necessariamente la parentela e violentare i fatti per soddisfare alle esigenze della teoria.

Le nostre induzioni sono basate sulle analisi accurate e pazienti fatte dai paleobotanici sui varî gruppi di cui si parla, sui dubbi da loro medesimi emessi intorno alle affinità dei caratteri, come ancora sulla vana aspettativa che si possano scoprire forme progenitrici in epoche anteriori all'apparizione dei fossili rivelatori delle forme vascolari. Perchè qui, come per l'apparizione istantanea di gruppi animali, si fa la stessa ipotesi e si attende, ma invano, a parer mio, che il tempo riveli i progenitori di quegli organismi che sembrano troppo complessi, troppo differenziati per essere considerati come primitivi e senza che siano preceduti da altri più semplici e più primitivi. I fatti, però, sono questi, immutati e immutabili, perchè sono fatti, e non vi ha possibilità di mutarli per secondare le vedute teoriche. Il problema diventa più arduo, quando queste piante a semi si vogliono mettere in relazione con le forme crittogamiche. Abbiamo già ricordato che due generi, *Miadesmia* e *Le-*

pidocarpon, hanno relazioni con Licopodi, ma se ne separano appunto perchè portano organi riproduttori differenti e semi; qui invece troviamo Lyginodendreae che somigliano a Felci, ma si distaccano per gli stessi organi dei due generi nominati, e sono piante con semi; e come queste altre forme e gruppi sopra nominati che si avvicinano a Ginnosperme, e pertanto sono antichi come Pteridofite. Si crederebbe che queste piante con semi fossero un'evoluzione di queste ultime nominate. Per noi non è così, perchè tali piante sono dello stesso periodo di tempo e sono apparse con le forme definite che hanno come quelle altre, senza transizioni. Pteridosperme recenti non esistono, ebbero alcuni periodi di esistenza e si estinsero: invece alcuni tipi di Pteridofite esistono, benchè inferiori ai molti estinti, e senza forme di transizione. Certamente Pteridosperme costituiscono un progresso, ma non segue che esse abbiano avuto origine da piante crittogamiche. Secondo il nostro parere, tutte queste forme sono rami distinti, phyla, dei medesimi tipi vegetali, apparsi nel tempo medesimo e con quelle differenti strutture di riproduzione e in varia gradazione evolutiva. Fenomeni simili si hanno nel regno animale. Per trovarvi l'evoluzione sarebbe stato necessario che le due forme caratteristiche che si stimano in relazione di discendenza e di evoluzione, fossero di periodi geologici successivi; ciò che non è. Io ho pensato lungamente su questi fatti, come

a quello sopra segnalato da Scott medesimo riguardo alla superiorità di alcune piante paleozoiche sulle esistenti e il concetto di evoluzione; e quindi mi convinco sempre più che la teoria corrente dell'evoluzione non corrisponde alla natura reale dei fatti; e soltanto vi possono ancora aderire coloro che si sono fermati ai concetti sostenuti circa da mezzo secolo, e non sanno penetrare addentro agli avvenimenti come realmente si sono svolti nei periodi geologici. E se per questi avvenimenti s'invocano le lacune, come già le invocava Darwin sessant'anni addietro, oggi è una ripetizione inutile davanti a ricordi fossili abbondanti e sicuri e che ripetono costantemente i medesimi fatti in tutte le zone terrestri.

Oltre a quelle forme che si possono considerare determinate, benchè imperfettamente, essendosi complessivamente analizzati semi, foglie, fusti (frammenti), rami, che pure, trovati separatamente, si è potuto per correlazione riunirli; si sono scoperti numerosi semi paleozoici riferibili a Ginnosperme. Seward ha un lungo capitolo su questi semi isolati, dei quali fa l'analisi, tentando, come altri, di classificarli secondo i caratteri che essi presentano. Sembra intanto che tali semi, che sono considerati di Ginnosperme, possano avere appartenuto a piante di tale tipo, di cui l'esistenza è annunziata con certezza più tardi. Lasciando fuori la spiegazione della presenza soltanto dei semi senza corrispondenti altri elementi delle così note piante, nasce

il sospetto, se non la certezza che Ginnosperme abbiano avuto origine nel paleozoico e nel carbonifero, dove si è raccolta grande copia di semi di Ginnosperme. Della straordinaria varietà di questi semi si può avere anche l'idea che le paleozoiche Ginnosperme dovessero avere molte e varie forme che sfuggono alle più accurate ricerche dei paleobotanici. Classificare soltanto i semi, come han fatto Brongniart, Oliver e altri, è certamente utile, ma non può servire a risolvere i problemi che questi semi suscitano (1).

È nel mesozoico che le Ginnosperme ebbero il massimo sviluppo e principalmente fino all'avvento di Angiosperme, come ho potuto vedere dai lavori sui residui fossili, legno, foglie, rami, semi (2). Secondo il mio avviso, una delle difficoltà che s'incontrano nello stabilire l'epoca di quel tipo di piante che appartengono a vere e proprie Ginnosperme quali conosciamo nella flora recente, è quel carattere di classificazione vegetale che domina nella sistematica, cioè quello

---

(1) Vedasi SEWARD, op. cit., vol. III, cap. XXXV. In questo si trovano le analisi delle forme e le classificazioni.

(2) Vedasi fra altre opere che ho potuto consultare: WARD, *Status of the mesozoic Floras of the U. S.*, in "20° Annual Report U. S. Geolog. Survey", 1898-99. Part II, *General Geology and Paleontology*. Washington, 1900. — ID., *Monograph*, XLVIII, 1905. — SEWARD, *Catalogue of Mesozoic Flora* in "Department of Geology British Museum". Varie parti. London, 1894-1904.

che deriva dagli organi riproduttivi, mentre i caratteri vegetativi anatomici passano in seconda linea. Sono tante le differenze di questi ultimi caratteri insieme a caratteri simili riproduttivi, che per un zoologo dovrebbero essere motivi di distinzione netta; ciò non è per il botanico. Questo fatto si ripercuote nello studio delle piante fossili, e sarebbe di un gravissimo imbarazzo, se i paleobotanici spesso non prendessero in considerazione tutti i caratteri che offrono i residui fossili. Malgrado ciò, trattandosi di piante a semi tipo ginnospermico, le difficoltà non sono eliminate, e quindi è difficile dire quali siano le piante fossili rappresentanti il tipo di Ginnosperme esistenti, e se non vi siano altre forme parallele a questo tipo, che vengono confuse con esso tipo. Che se noi facciamo astrazione di ciò, dobbiamo affermare che Ginnosperme sono tanto antiche quanto altre forme, cioè Licopodiali, Calamarie, Filicali; e dovremmo chiamare così tutte le piante a semi senza distinzione. Ma se ciò può accettarsi per comodità sistematica, oscura la ricerca su l'origine delle forme e la loro evoluzione.

Certamente a considerare soltanto le Conifere recenti, le caratteristiche di Araucarie, Cupressine, Sciadopitine, Sequoiine, Callitrine, Abietine, Podocarpine, Taxine, mostrano che tali famiglie costituiscono phyla paralleli d'un tipo poligenetico; e la classificazione fatta da Seward e la corrispondente analisi dei residui fossili le-

gnosi di Conifere mostrano evidentemente convergenze e divergenze tali da dovere ammettere una molteplicità di rami distinti, e questo senza far ricorso ai caratteri di riproduzione, ma soltanto a quelli vegetativi (1). Ma qui la confusione non si evita, basterebbe ricordare ciò che si scrive intorno a *Dadoxylon*, per confermarsi dell'indeterminatezza e dell'incertezza nell'attribuirgli i caratteri (2). Peggio ancora quando si vuole stabilire una filogenia e relazioni fra i varî gruppi di piante come derivate da un tronco comune; e quando si vogliono scoprire le relazioni di discendenze fra le Ginnosperme esistenti e le forme estinte, o quando si vuol dare la priorità ad Abietine o ad Araucarie, che non convincono affatto. Pertanto le difficoltà che presentano i residui fossili delle Conifere, sono grandi, e « la determinazione d'impressioni di germogli vegetativi mal conservate è spesso impossibile ed è a deplorare che molti autori siano stati molto facili ad impiegare nomi generici che denotano identità o affinità con tipi recenti sopra fondamenti inadeguati ». Uno scrittore recente così riassume la situazione creata da una fede eccessiva in somiglianze superficiali ed una mancanza di famigliarità con i rappresentanti del gruppo: « Dove una cognizione di parti riproduttive manca,

---

(1) Op. cit., vol. IV, cap. XLIV.

(2) Vedi Seward, op. cit., vol. III, pagg. 222-23, pag. 148 e seg.; vol. IV, pag. 180.

regna supremo il caos. Legno pietrificato di tipo conifero è abbondante negli strati fossiliferi di piante dalle roccie del paleozoico tardivo in su, e grande fatica è stata adoperata per utilizzare pienamente questa sorgente di informazioni ». In seguito lo stesso autore scrive: « Un esame del legno fossile da differenti orizzonti geologici mette in luce molti notevoli esempi di mescolanza, in singole piante, di strutture ora caratteristiche di generi distinti. I tipi più antichi e generalizzati sono d'importanza speciale per chi studia la filogenia ». E qui lo stesso autore emette qualche idea sulla filogenia di Coniferali. « È probabile (scrive) che Coniferali siano monofiletici, Araucarinee essendo i più antichi rappresentanti del gruppo, mentre Podocarpinee sono una serie strettamente affine. L'opinione largamente accettata che Araucarinee siano discendenti da Cordaiti non è affatto definitivamente stabilita. D'altra parte coloro che sono a favore di progenitori licopodiacei per Coniferali, incontrano molte difficoltà.... *The problem is still unsolved:* la scoperta di tipi addizionali e un maggiore e completo studio comparativo di dati quali possediamo, potrebbero porci in grado di vedere più chiaramente le vie lungo le quali le tendenze evoluzionarie hanno operato, ma l'assenza di ricordi di vegetazione di epoca predevoniana ci priva dei mezzi di seguire alla loro origine comune i phyla differenti di piante vascolari, che nell'èra permo-carbonifera erano già avanzate oltre le

forme semplici progenitrici, che il botanico ricerca ma raramente trova » (1).

Prendiamo altre espressioni da un altro insigne paleobotanico. Scott, nel suo bel lavoro già da noi citato, parlando di Coniferali, confessa che lo studio sulle Conifere fossili non è ancora sufficientemente avanzato da farci decidere quale delle loro famiglie sia la più antica, o da farci formare un concetto chiaro del corso della loro evoluzione. Venendo poi ai risultati, dobbiamo ricordare che egli ha riunito in un gruppo complessivo di Pteropsida, Filicali, Pteridosperme, Ginnosperme e Angiosperme, come se questi quattro grandi gruppi avessero molto in comune, anche l'origine; ma non sembrerebbe dalle riserve e dai dubbi dell'autore, che riferirò in parte. Le Felci nel paleozoico credute numerose e preponderanti sono ridotte di numero, e Botryopterideae medesime (ne abbiamo parlato) è dubbio se siano vere Felci, e se possano considerarsi discendenti da queste in linea diretta, malgrado la loro affinità. Benchè Botriopteridee formassero la base del gruppo Primofilices di Arber, dubbi sono sorti se esse appartengono a questo gruppo nel vero senso della parola. Inoltre la questione dell'affinità di Botriopteridee con Pteridosperme è di grande interesse. Ora Pteridosperme sono così antiche che la loro progenitura ci sfugge, ma naturalmente si guarda

(1) Seward, op. cit., vol. IV, pagg. 165-67.

al tipo filicino più antico per scoprire quale possa essere il progenitore. Si è pensato che *Asterochlaena* di Botriopteridee possa avere relazione coi tipi polistelici di Pteridosperme, come *Medullosa*. Ma nessuna luce è venuta dalla storia stessa di Medullose, perchè, come mostra la scoperta di *Sutcliffia*, sembra chiaro che la polistelia sia un prodotto della stessa famiglia di Pteridosperme, e non è derivata da qualche tronco progenitore. Allora anche si è ammesso che Pteridosperme possano probabilmente esser derivate da qualche tipo simile a Felci con fusto protostelico. Ma tali progenitori ipotetici non hanno fondamento. Per Scott non vi ha dubbio che Pteridosperme abbiano qualche affinità con Marattiacee nel senso più largo, benchè, aggiunge, la connessione fra esse possa essere indiretta ed impossibile a tracciare accuratamente nello stato presente delle nostre cognizioni. Ancora: vi sono buoni fondamenti per l'opinione di Kidston che Pteridosperme e Marattiacee avessero una origine comune. Ma nell'assenza di qualche prova di eterosporia nelle Felci paleozoiche, la lacuna fra qualche gruppo noto di Felci e Pteridosperme dev'essere grande.

Ora, malgrado tutte queste riserve e dubbi e negazioni Scott conclude che Felci e Pteridosperme appartenessero allo stesso phylum indisputabilmente senza bisogno di prove particolari. Alla quale conclusione noi non possiamo sottoscrivere; soltanto potremmo ammettere che essi

sono due phyla d'un tipo che si è sviluppato dicotomicamente; e questo ci convince per l'abito comune che questi due gruppi hanno insieme con altri caratteri anatomici, mentre ciascun ramo o phylum è anche per sè polifiletico, e lo stesso Scott pare riconoscerlo, benchè nel significato differente, quando dice: « noi dobbiamo concepire le Pteridosperme come un vasto plesso di forme varie, di cui i pochi tipi finora conosciuti adeguatamente possono appena dare un'idea molto imperfetta ».

In seguito Scott riassume le relazioni fra Pteridosperme e Cordaitee e anche con Ginnosperme; vi sono le medesime difficoltà come per Felci e Pteridosperme, e somiglianze e differenze nei caratteri; ma infine egli conclude che le affinità di Pteridosperme e Cordaitee hanno una grande importanza nella questione della posizione sistematica di Conifere. In generale si è ammesso che Cordaitee sono in relazione con Conifere, e se è così (scrive), segue che queste sono discendenti da Pteridosperme, e perciò appartengono al grande phylum di Pteropsida (1).

Non era da attendersi questa conclusione così che sembra categorica dopo i dubbi e le riserve già ammessi; noi invece vediamo non relazioni di discendenza, ma laterali: Ginnosperme, qui

(1) Scott, *Studies in fossil Botany*. Part. II, pagg. 610, 638 e seg.

Conifere, e Pteridosperme già confuse con Filicine, sono differenti, e probabilmente hanno avuto origine simultanea come sopra sospettammo per quel gran numero di semi di Ginnosperme scoperti nel carbonifero e rimasti indeterminati; questi semi ammettono la presenza di piante che sono andate distrutte. Quindi non possiamo considerare i Pteropsida come un phylum, che sarebbe un troppo complesso agglomerato di piante le più diverse sotto ogni aspetto. Noi ripeteremmo piuttosto con Seward, riguardo all'origine delle Conifere: *The problem is still unsolved*, perchè è posto secondo la teoria evolutiva monogenetica che rende insolubili molti problemi; e crediamo che il problema così posto rimarrà insoluto, anche per altri gruppi di piante, perchè ci pare che invano si va alla ricerca di progenitori di forme che sembrano troppo sviluppate per potersi considerare primitive, e che appariscono all'improvviso senza prodromi di forme precorritrici. Queste nostre considerazioni avranno nuovo sostegno con l'analisi di altri gruppi vegetali.

Ritorno a parlare di un gruppo di piante che hanno avuto varî nomi, fra i quali uno più generale, Cycadophyta, benchè siano ancora adoperati dagli autori i termini Bennettites e Bennettitales, Cycadeoidea, Cycadales, Cicadee; del resto è un gruppo molto complesso, composto dalle forme esistenti e dalle estinte.

Questo tipo vegetale apparve nel mesozoico

ai limiti sembra del paleozoico; culminò nel giurassico fino al cretaceo medio; dopo cominciò a declinare lasciando gli ultimi ricordi nel terziario antico. Parlo del tipo fossile che era superiore per organizzazione alle Cicadee esistenti, le quali non mostrano ricordi sicuri dei loro progenitori dai quali deriverebbero. Di queste Cicadee Seward scrive che dal cretaceo medio e superiore pochissimi resti di Cicadee si hanno e molti di essi sono rappresentati da frammenti che non dànno nessuna definita dimostrazione di affinità con i generi recenti. Quindi l'antichità di questi non può essere determinata; ma sembrerebbe probabile che se le Cicadi, separatamente dalle Bennettites, esistevano nel giurassico e nella flora del basso cretaceo, occupavano una posizione molto subordinata in confronto con le Bennettites estinte (1). Delle forme estinte molti ricordi paleontologici si hanno in Italia e nelle isole Britanniche, meno altrove in Europa, moltissimi nell'America settentrionale. Numerosi sono i paleobotanici che si sono occupati di queste piante, dei quali soltanto ricordo qui quelli che ho potuto direttamente studiare e consultare (2). Chi vorrà avere

(1) Op. cit., vol. III, pag. 510.

(2) Solms-Lanbach, *Ueber die Fructification von Bennettites Gibsonianus*. Trad. in " Annals of Botany ", vol. V, 1891.

Capellini e Solms-Laubach, op. cit.

soltanto un'idea sommaria e chiara di questo gruppo vegetale fossile, potrà trovare in Scott un'esposizione chiara e precisa, in Seward una analisi più completa, in Wieland una monografia splendida e completa per analisi, per comparazione e per sintesi, in Nathorst precisione di analisi, e come in ogni autore i materiali sono esposti con tavole e descrizioni. Ma vi sono autori francesi e tedeschi che io non ho potuto consultare; da quelle opere citate v'è a sufficienza per avere cognizioni complete e chiare.

CAPELLINI, *Le Cicadee fossili* cit.

SCOTT, *Studies* cit. Parte II, 1909 e altri lavori cit.

NATHORST, *Beiträge zur Kennt. einiger Mesozoischen Cycadophyten*, " K. Sven. Vetens. Akad. Hands ", volume XXXVI, 1903.

ID., *Ueber Williamsonia, Wielandia, Cycadocephalus und Weltrichia*, Ibid., vol. XLV, 1909.

ID., *Neue Beiträge zur Kenntniss der Williamsonia-Blüten*, Ibid., vol. XLVI, 1911.

ID., *Ueber die Gattung Cycadocarpidum, Nath., nebst einigen Bemerkungen über Podozamites*, Ibid., 1911.

SCHUSTER, *Weltrichia und die Bennettites*, Ibid., 1911.

WARD, *Status of the mesozoic Floras of the U. S. First Paper*, " 20° Report U. S. Geol. Survey ", II, 1900.

ID. Second Paper. *Monographs*, vol. XLVIII, 1905.

SEWARD, *Fossil Plants* cit., vol. III, 1917.

ID., *A Petrified Williamsonia from Scotland*, " Phil. Trans. R. Society B. ", vol. 203, 1913.

WIELAND, *American Fossil Cycads* cit., 1906-1916.

NB. Questa non è una bibliografia, ma un elenco di lavori studiati e consultati da me su questo caratteristico gruppo di piante.

Passo ora ad una descrizione sommaria del tipo o dei tipi di Cicadofite, perchè deve servire come confronto con altro gruppo di piante che interessa alla nostra tesi.

Le Cicadi fossili (Bennettite) hanno forma arborea caratteristica: non sono molto elevate, la *C. gigas* di Seward è alta m. 1,18, con massimo diametro m. 0,45; la *C. jennejana* di Wieland ha m. 1,30, e può giungere a m. 3,00, secondo lui. Queste sono le più grandi, la media discende a m. 0,50, 0,40 e anche molto meno. Quando esse hanno rami, questi sono laterali come tronchi simili al fusto principale e possono essere pochi, due, tre, al massimo sei, come vedesi dalle belle tavole del Wieland. Questa ramificazione è assolutamente differente di forma e carattere da quella che vedesi nelle usuali Ginnosperme e Angiosperme, e non può affatto paragonarsi a quella. Il fusto è un ovoide rivestito di grandi foglie che partono dalla base; esse hanno una base profonda larga e caratteristica, che rimane dopo la caduta delle foglie, e costituisce ciò che dicesi l'armatura del tronco. Questa base è circondata da ramenti più o meno spessi e numerosi, possono essere spessissimi come nella *Cycadella*. Fra le basi foliari escono germogli circondati da molte brattee, i quali hanno peduncoli anche un poco profondi nella corteccia e costituiscono lo strobilo simile nella forma ad un carciofo: è l'organo di riproduzione. Di questi il fusto ne emette molte decine e centinaia, quindi esso è la parte fertile della pianta.

Nel descrivere gli organi di riproduzione di Bennettite, scrive Scott, noi dobbiamo spogliarci della preoccupazione che possa derivare da quanto conosciamo degli strobili delle Cicadi esistenti, perchè quelli sono del tutto differenti da questi nell'organizzazione. Prima dei lavori del Wieland il tipo era *Bennettites Gibsonianus*, in cui si conoscono soltanto organi femminili; ma in seguito, dagli studi di Wieland sulle specie americane si conoscono fruttificazioni ermafrodite. Il frutto ha una forma di pera di circa cinque centimetri in lunghezza, anche più corto, e comprende semi con pedicilli che li uniscono al ricettacolo. I semi sono anche dicotiledoni simili a quelli di Angiosperme e con accessori componenti simili, ch'io tralascio di descrivere. Ma da tutti i caratteri si vede che questo frutto di Cicadi si avvicina a quelli di Angiosperme più che a Ginnosperme, ai quali esse sono aggregate come per una presunta affinità.

Il frutto suppone il fiore, e questo è stato scoperto da Wieland, e descritto largamente con una ricostruzione accettata da altri autori. Il fiore di *Cycadeoidea dacotensis* è bisporangiato, ha ovario e presso che tutti i caratteri del fiore di Angiosperme con alcune variazioni. Scott stesso ne magnifica la forma, quasi deplorando di non poter conoscerne i colori (1); ma questo

(1) *The Flowering Plant of the Mesozoic Age in the light of recent Discovery*, op. cit.

fiore non è quello di Ginnosperme, nè quello di Angiosperme, pur avendo le maggiori somiglianze di struttura con quest'ultimo tipo (1).

Oltre quel tipo sommariamente descritto, molto ricco per numero d'individui e anche di molte specie, ve n'è un altro che si colloca in Bennettites, in Cycadeoidea nel senso largo e vario secondo gli autori, ed è la Williamsonia. Wieland nella sua classificazione la separa da Cycadeoidea, ma la colloca in Bennettites, ciò che cagiona una confusione sistematicamente e dal punto di vista delle affinità, che i paleobotanici vogliono scoprire nei varî tipi di piante. Nathorst aveva determinato una *Williamsonia angustifolia*, che mutò in *Wielandiella angustifolia*, e Thomas descrisse una *Williamsoniella coronata*, che ha nell'abito della pianta ricostrutta da lui molta simiglianza con *Wielandiella* di Nathorst, ma tutte e due sono differenti da *Williamsonia gigas* di Williamson, che l'aveva denominata *Zamia gigas* (2).

Io non avrò a descrivere i caratteri di queste forme vegetali, perchè non è nel mio scopo, e

---

(1) Cfr. Wieland, op. cit., vol. I, 1906, figg. 54-64-72, Plate IV A e altre.

(2) Cfr. Wieland, op. cit., vol. II, 1916, pag. 16.

Nathorst, *Ueber Williamsonia*, ecc. cit, 1909.

Williamson, *Contributions towards the history of Zamia gigas*, " Trans. Linn. Soc. ", vol. XXVI, 1870.

Thomas in Seward, op. cit., vol. III, pag. 467 e seg.

chi ha buona volontà troverà analisi chiare e precise negli autori citati; ma voglio dire che le dette piante si allontanano assolutamente nella forma del loro fusto e della ramificazione dal tipo sopra descritto; la *Williamsonia gigas*, poi, non ha ramificazione affatto ed ha l'aspetto di palma, alta, con fusto dritto, strobili non escono da esso lateralmente come nelle Cicadi descritte. I fiori di tutte e tre le piante sono differenti, almeno nella costituzione esteriore; e non credo che per similarità delle parti costituenti la funzione riproduttiva si possano fondere in una categoria, come si suol fare nei metodi della botanica; e domando perdono della mia arditezza ai maestri in materia: essi vogliono vedere e costituire unità, cioè vogliono unificare più che sia possibile, io vedo pluralità originaria e indipendenza d'origine in molte forme che sembrano tipi non derivati. So che dovrei per coloro che leggono e non si occupano di questa materia, presentare le figure per far comprendere il mio dissenso; ma così dovrei fare per molte dimostrazioni, e non posso per la grave spesa; quindi rinvio alle fonti coloro che non vogliono giurare sulle parole e che hanno interesse alla scienza.

Quindi quelle Cicadi, o Cycadeoidea o Bennettites che dir si vogliano, come quelle italiane illustrate da Capellini e da altri, le americane esaminate da Ward, da Wieland e da altri, quelle inglesi tipiche come queste e altre d'altri

luoghi, sono, a parer mio, un gruppo di piante caratteristiche che non hanno riscontro con altre, e non si possono collocare nè colle Ginnosperme nè colle Angiosperme; e ciò per tutti i caratteri vegetativi e riproduttivi, per l'abito e l'insieme biologico. Anche per questo non possono essere le progenitrici delle Cicadee esistenti, che hanno altro abito biologico, benchè abbiano non poche somiglianze con le forme fossili. Probabilmente le Cicadee esistenti hanno origine da qualche ramo della prima, tardivo, che si sviluppò dopo la estinzione delle forme fossili con altri caratteri, che dànno loro, se fossero discendenti, il significato di forme degenerate per l'organizzazione inferiore. Ma questo concetto non è provato, e il fenomeno rimane come un problema, che non spetta a me di risolvere: certamente, però, il concetto comune dell'evoluzione ne soffre.

Derivano le Cycadeoidea da Marattiacee, come propugna Wieland e per il fatto che i sinangi dei primi somigliano a quelli di tale famiglia? Ma le difficoltà che riguardano i fossili di questo tipo felicino non sono lievi, dato il fatto che finora è difficilissimo dalle sole foglie distinguere le vere Felci dalle Pteridosperme; così Seward che imprende un esame analitico dei resti foliari, lascia la soluzione del problema al futuro. In quanto all'opinione di Scott dell'origine di Bennettite da Felci, che egli crede vi siano prove schiaccianti, non sembra confermata in modo veramente risolutivo: resta sempre un'opinione

per l'evoluzionista. Una trasformazione così profonda da Felci, e in modo speciale da Marattiacee in Cicadee, non mi pare possibile, come io credo impossibile ogni trasformazione di tipo definito. Del resto le Marattiacee esistenti sono omosporee e le Cicadi bennettite hanno organi florali e semi per la riproduzione e sono bisporangiate.

Dal gran lavoro di Wieland sulle Cicadee fossili si vuol ricavare e da lui stesso un'altra origine molto più piena di difficoltà e di problemi varî, quella di Angiosperme.

XVII.

Sommario: Intorno all'origine di Angiosperme; opinioni di Wieland, Thompson, Arber e Parkin, Sargant. L'improvvisa apparizione di Angiosperme nel cretaceo inferiore. Stopes, Heer, Fontaine, Newberry-Hollick, Lesquereux Knowlton, Ward, Berry. Conclusioni.

Molto lavoro è stato fatto e varie ipotesi sono state emesse sull'origine delle Angiosperme, che, come è noto, apparvero bruscamente nel cretaceo inferiore; ciò che vedremo in seguito, Conifere, Gnetali, Cicadeoidee sono i tre gruppi principali che, secondo le opinioni, sono considerati, or l'uno or l'altro, i progenitori di Angiosperme; e non v'è stata ingegnosità che non sia stata messa a profitto. Ne dirò qualche cosa.

Wieland discute a lungo le varie opinioni e le respinge per sostenere la sua, cioè che le Cycadeoidea abbian dato origine ad Angiosperme; e aggiunge contro l'accettazione di Conifere come progenitori: « che se vi fossero razze antiche bisporangiate, le quali avessero stretta relazione

con la linea progenitrice che conduce a Conifere moderne, sembrerebbe già essere indicata; ma il carattere monosporangiato delle Conifere è fissato da molto tempo indietro. Le Conifere da lungo tempo devono avere superato il punto, dal quale avrebbero potuto emettere un gruppo angiospermico. Se qualcuna delle Angiosperme fosse realmente derivata dalle Conifere, ciò avrebbe dovuto avvenire nel pretriassico » (1). Il concetto essenziale che sembra accessorio e che Wieland qui manifesta, è che egli trovi come dalle forme definite cui sono giunte le Conifere, non è possibile ammettere un'evoluzione verso un nuovo tipo: è il mio concetto cardinale su cui ho basato l'impossibilità delle trasformazioni tipiche negli animali. Ma le Cicadeoidee non erano allo stesso punto della non possibile trasformazione? Del resto Wieland non nasconde la posizione caratteristica di Cicadeoidee, come fusto, che egli dichiara anormale, e riduce quelle che stima normali, e non so dove le trovi, come piccole e ramificate liberamente, microfille con piccoli fiori (2); ma questa è un'ipotesi, o quei tipi sono imaginari?

Qui non ho fatto che, un rapido accenno al concetto di Wieland e non posso occuparmi di una serie di questioni connesse con la principale su l'origine delle Angiosperme; per esempio su

(1) Op. cit., vol. II, pag. 234.
(2) Ib., pag. 227.

Araucarie, Abietine, Gnetali, Ginkgoali, e altre che sono in relazione con la supposta origine dalle Conifere: io devo tralasciare tutto questo. Invece voglio trascrivere alcune proposizioni finali di Wieland, che suonano chiaramente per certi concetti.

Ricordando i limiti che si debbono imporre i paleontologi nel determinare tipi progenitori, che poi vengono abbandonati per nuove scoperte, egli scrive che « le Angiosperme raggiungono da vicino il loro presente sviluppo presto nel cretaceo senza forme che le adombrano; che le Ginnosperme portanti dischi erano egualmente diffuse e subito all'apparire col cominciare del triassico. Così egualmente i primi tipi con semi appariscono non annunziati e pienamente nel devoniano; e il sospetto più forte è che dischi, cupule, brattee, strutture più o meno sepaloidi e petaloidi, come organi più o meno staminati, abbiano esistito in grande abbondanza dal devoniano in poi, fino all'apparire delle Ginnosperme e le prime Angiosperme... Vi è motivo di sospettare che i gruppi esistenti di piante siano discesi come linee separate da tempo remotissimo » (1). Questo periodo contiene molte cose!

Passo ad altri autori.

Thompson si occupa di Gnetali particolarmente di *Ephedra* per rintracciare le relazioni con Angio-

(1) Ib., pag. 238.

sperme e forme affini (1). Parla della tendenza di considerare Gnetales come derivate dal tronco Cicadale; e questa opinione, dice, è venuta dalla convinzione di molti botanici che Angiosperme siano discendenti da Cicadali, cioè da Bennettite, e che quindi vi sia una reale affinità fra Angiosperme e Gnetali. Siffatto concetto è rafforzato dal lavoro di Arber e Parkin, di cui dirò in seguito, i quali sostengono che questi due gruppi riguardo alla loro organizzazione si sono sviluppati su linee parallele da un progenitore comune, che è derivato da Bennettites.

Anatomicamente, però, v'è poca prova della connessione fra Bennettite e *Ephedra*, benchè si dovrebbe avere in questo genere, che dicesi primitivo. Ma oltre a ciò si trovano altre differenze vitali che non possono mostrare affinità fra queste. Come Angiosperme, *Ephedra* presenta molti caratteri importanti, fra cui è preminente il possesso di vasi, i quali non sono differenti da quelli di Angiosperme. In ogni caso l'idea di affinità di Gnetales e Bennettites non è sostenuta dall'anatomia di *Ephedra*. Mentre, dunque, vi sono molti punti che si oppongono a forme di questa affinità, ve ne sono invece favorevoli a Conifere. Del resto, io aggiungo, Gnetali sono nella sistematica collocate in Ginnosperme, cui appartengono le Conifere appunto per i loro caratteri.

---

(1) *The Anatomy and Relationships of the Gnetales,* I. *The Genus Ephedra,* " Ann. Bot. ", XXVI, 1912.

Come vedesi, qui il parere di Thompson è negativo per le relazioni di *Ephedra* a Bennettites, e non si dice nulla su le possibili con Angiosperme.

I lavori che io qui presento, di Arber e Parkin, sono due e tutti e due si riferiscono alla evoluzione di Angiosperme. Uno tratta principalmente delle relazioni di Angiosperme con Gnetali, l'altro dell'origine propria (1). Gli autori trovano che la posizione sistematica di Gnetali e specialmente la loro relazione con Angiosperme è difficile a costatare per la penuria di prove. I tre generi esistenti, due dei quali di organizzazione molto elevata, non hanno ricordi fossili; malgrado ciò, gli autori si credono obbligati (da che cosa?) ad ammettere che Gnetales non siano un gruppo moderno. Come Angiosperme, Gnetales hanno avuto una storia nei periodi geologici passati, benchè non si sappia nulla: questa è una affermazione molto curiosa.

I tre generi superstiti, scrivono, di questo gruppo hanno fruttificazione che si può interpretare come proantostrobilo ridotto (vedere in seguito). Am-

(1) *Studies in the Evolution of the Angiosperms. The Relationships of the Angiosperms to the Gnetales,* " Ann. Bot. ", vol. XXII, 1908.

On the origin of Angiosperms, " Journ. Linn. Soc. Botany ", vol. XXXVIII, 1907-09. Vedansi su questi autori le osservazioni di Weiss, *President's Adress. Botany. British Association for Advanc. of Science.* Protsmouth, 1911.

mettono gli stessi principî di evoluzione applicati alla discendenza di Angiosperme, applicabili anche a Gnetali. Noi consideriamo Gnetales, concludono, come una razza di Ginnosperme, vicine per affinità ad Angiosperme. Molte indicazioni esistono che esse siano derivate da un tronco comune ed hanno continuato il loro sviluppo parallelamente con Angiosperme, avendo per comuni progenitori Hemiangiospermeae.

Apro una parentesi per il lettore per dire qualche parola su Gnetales, e mi riferisco alle parole di un paleobotanico. Questo gruppo vivente di Ginnosperme è diviso in tre generi, *Ephedra*, *Gnetum* e *Welwitschia*, che ognuno può imparare a conoscere nei trattati di Botanica. Essi differiscono grandemente l'un l'altro nelle strutture vegetative, ed *Ephedra*, che è creduta la più primitiva, differisce anche per alcuni particolari importanti degli organi di riproduzione. Su di esse Seward scrive che « avendo riguardo alle nostre cognizioni di rappresentanti fossili eccessivamente magre, non è necessario di occuparci molto dei tipi recenti; ma i membri di questa sezione aberrante di piante con semi mostrano caratteri morfologici interessanti dal punto di vista della comparazione con Bennettite e Angiosperme. Benchè nell'apparenza esteriore i tre generi siano agli antipodi, pure hanno in comune alcune strutture negli organi vegetativi e nei riproduttivi, che li separano da tutti le altre Ginnosperme e li avvicinano molto più

delle Cicadi o Conifere alle Angiosperme (1). Di avanzi fossili se ne hanno dubbi verso il terziario; e quindi l'insistenza di coloro che ricercano le affinità con Angiosperme, non è giustificata per sostenere affinità o discendenza con altri gruppi, specialmente con Angiosperme.

Il lavoro importante di Arber e Parkin è quello su l'origine di Angiosperme, dove i due abili autori, dopo avere fatta la storia delle ipotesi non accettate da loro, stabiliscono alcuni principî, fra i quali la legge di stadi corrispondenti in evoluzione. Cioè: gli organi differenti nelle piante a semi non raggiungono tutti lo stesso grado di evoluzione; alcuni sono più sviluppati degli altri. Stadi corrispondenti nella evoluzione dei varî membri di piante a semi non sono contemporanei nel tempo. Reciprocamente in qualche periodo geologico un organo o un gruppo di organi sarà trovato di avere raggiunto il maggior grado di evoluzione rispetto ad un altro. E qui esempi. Homoplasy o parallelismo di sviluppo: e da qui tentativi degli autori di tracciare la filogenia per mezzo di certe strutture, come indicanti affinità, che sono forse forme di espressione di parallelismo di sviluppo. Mutazione secondo De Vries; forse l'improvvisa apparizione di Angiosperme è dovuta alla mutazione devriesiana, se non si accetta l'imperfezione dei ricordi geologici.

(1) Op. cit., vol. IV, 1918, pag. 459 e seg.

Prima di procedere oltre nell'esporre la teoria degli autori, voglio ricordare che la mutazione di De Vries, se è vera, non esce dall'àmbito delle specie in cui il fenomeno avviene, non vi è un salto verso un nuovo tipo; e gli autori non vi han pensato, come un altro, Campbell, aveva anche supposto (1). L'alternativa fra la mutazione e l'imperfezione dei ricordi geologici mostra la somma difficoltà della soluzione del problema.

Torniamo alla teoria.

Gli autori credono di riconoscere alcune forme in mezzo alle Angiosperme viventi, come primitive. Ma la base della teoria trovasi nel fiore, ed è che tale fruttificazione consiste essenzialmente di uno strobilo o cono. Si considerano i fiori più semplici e unisessuali includenti forme apetale, come derivati da uno strobilo anfisporangiato per riduzione. Si considera tipico un fiore, quando esso possiede micro e megasporangi e un perianzio. Un fiore, secondo loro, è una forma speciale di un tipo di strobilo, che è comune alle Angiosperme e ad alcune piante mesozoiche; e si potrebbe chiamare *Anthostrobilus*. L'anthostrobilus dei progenitori mesozoici ipotetici di Angiosperme e dei supposti loro più vicini affini, le Bennettite, differisce dal fiore di Angiosperme in alcuni riguardi specialmente, nella presenza di quella pollinazione, in cui il

(1) CAMPBELL, *The Origin of terrestrial Plants* cit.

megasporofillo non prende parte, e può distinguersi come *Pro-anthostrobilus*, e il fiore come *Eu-anthostrobilus*, donde si ha:

Anthostrobilus { Pro-anthostrobilus, di progenitori mesozoici e Bennettite.
Eu-anthostrobilus (fiore) di Angiosperme. }

Qui è riferita la forma primitiva degli organi di Eu-anthostrobilus o fiore, o uno strobilo-fiore con figura (n. 1) imaginario. Inoltre si parla del fiore di Magnoliacee come primitivo, come già ne aveva parlato Wieland. Gli autori, in questa occasione considerano scorretta l'espressione di Wieland come *Cycadeoidea* quali Cicadi, alcune delle quali sono prossime a Ginnosperme più che ad altro gruppo. Noi trovammo che questo gruppo è isolato, malgrado che abbia alcune strutture negli organi riproduttori che trovansi in altre piante.

Il cono di Cycadeoidea, per gli autori, è un semplice strobilo e non un'infiorescenza — è un anthostrobilus differente da quello di Angiosperme per molte importanti strutture, specialmente nella presenza di un meccanismo seminale, che raccoglie il polline, e nella forma del microsporofillo può ben distinguersi col nome di pro-anthostrobilus. Quindi è probabilissimo che le Angiosperme fossero derivate da progenitori mesozoici, prossimi in affinità con Bennettite.

Inoltre gli autori considerano la fruttificazione

di Bennettite come anfisporangiata, benchè riconoscano la possibilità che in questo gruppo come nelle loro discendenti Angiosperme trovisi una forte e costante tendenza alla riduzione alla condizione di monosporangiata, con il corollario di stati monoico o dioico. Così anche Wieland in varî luoghi della sua opera.

Angiosperme terziarie o recenti sono discendenti direttamente da un gruppo di piante mesozoiche, a cui dagli autori è applicato il nome di *Hemiangiospermeae*. Questo gruppo è al presente interamente ipotetico. Il tipico strobilo di Angiosperme si svolge dalle ipotetiche Hemiangiospermeae; e così hanno origine le Angiosperme. Le anfisporangiate Bennettite erano identiche, nella forma dello strobilo, non soltanto con Hemiangiospermeae ma anche con Angiosperme stesse. Io non seguirò in questa esposizione le prove teoriche degli autori, e vado alla conclusione loro.

Da una ispezione di Angiosperme viventi gli autori credono di essere giunti alla conclusione che ordini apetali senza perianzio, come Piperales fam. Amentafera e Pandanales, non possono considerarsi primitivi.

La fruttificazione primitiva tipica di Angiosperme è una forma speciale di cono anfisporangiato, distinto dalla posizione aderente peculiare dei mega e microsporofilli, possedendo un perianzio ben marcato. Uno strobilo di questa forma è anthostrobilus, pro-anthostrobilus è un

mesozoico Bennettite, cui seguono Hemiangiospermeae, come progenitori di Angiosperme.

5. Angiospermeae	Eu-anthostrobilateae mesozoici e terziari (recenti).
4. Hemiangiospermeae (fossili sconosciuti)	Pro-anthostrobilateae mesozoici.
3. Pteridospermeae	Progenitori paleozoici non strobilati.
2. Heterosporeae Fern-like progenitori	
1. Homosporeae Fern-like progenitori	

Gli autori avvertono che i n. 1, 2 e 4 sono fossili sconosciuti, la chiave dei n. 1-2 è data dalle Pteridosperme (n. 3), il n. 4 da Bennettite, n. 3 e 5 sono spermofite.

Questa di Arber e Parkin è una teoria molto elaborata, non vi ha dubbio, ma manca di base, perchè come vedesi da quest'ultimo quadro di cinque dati, due soltanto sono reali, gli altri sono supposti, ipotetici; e quando vi è tanta abbondanza di fossili di ogni tipo e accuratamente analizzati, non si sente il bisogno d'immaginarne altri puramente teorici. Del resto non si risolve il problema, e l'enigma dell'apparizione improvvisa di Angiosperme rimane enigma, la continuità delle forme e le intermedie non esistono affatto, mentre la teoria florale soltanto è impotente alla soluzione del problema.

Potrei esaminare altri lavori, come quello di

Miss Sargant e di Henslow (1) ed altri ancora, ma credo che basti con le teorie; ora è utile di esporre alcuni fatti principali, cioè come e quando apparvero le Angiosperme.

Miss Stopes, cui si devono numerose memorie e cataloghi di piante fossili per il British Museum, scrive che, eccettuata l'origine dell'uomo, probabilmente nessun problema in paleontologia della più grande importanza, e di cui poco si conosce, vi è di quello che si riferisce all'origine di Angiosperme e della storia primitiva di questo gruppo (2). Io credo che Miss Stopes sarebbe più vicina al vero, se comparasse l'origine di Angiosperme all'origine dei mammiferi, che sono apparsi nel medesimo modo. Comincio da una notizia interessante data da lei. Nel British Museum ella trovò tre frammenti di legno petrificati, e dall'indicazione che vi si riferivano, comprese trattarsi di fusti di Angiosperme petrificati, rarissimi a trovarsi, mentre le impronte delle foglie sono numerosissime. Ne fece un'analisi secondo la formazione cui apparte-

---

(1) SARGANT, *The Recostruction of a Race of Primitive Angiosperms*, " Ann. Bot. ", XXII, 1908.

HENSLOW, *The Origin of Monocotyledons from Dicotyledons through Selfadaptation to a moist or aquatic Habit.*, " Ann. Bot. ", XXVI, 1911. Qui è il problema se Monocotiledoni derivano da Dicotiledoni, mentre a noi pare che la loro origine sia indipendente.

(2) *Petrification of the Earliest European Angiosperms*, " Phil. Trans. R. Society ". London, vol. CCIII, B, 1916.

vano i residui, e trovò che essi sono del Lower Greensand o Aptiano, vale a dire ai limiti del cretaceo inferiore col superiore; ne fece l'analisi su sezioni microscopiche e ne mostrò i caratteri vegetativi; infine ne determinò le specie coi nomi seguenti: *Aptiana radiata*, gen. e spec. nov.; *Woburnia porosa*, gen. e spec. nov.: *Sabulia Scottii*, gen. e spec. nov. Queste specie sembra siano le più antiche finora note per l'Europa. Io non ho a dire altro, gli specialisti possono vedere la descrizione di quei caratteri nella memoria di Miss Stopes.

Facciamo subito un salto verso la Groenlandia, e qui abbiamo le Memorie di Heer, che tanto lavoro fece per la paleobotanica. I lavori della Flora artica di questo botanico svizzero sono conosciutissimi, come quelli sulla Svizzera di antica data, ma di gran valore. Io qui, per il mio scopo, ricordo alcuni della Flora cretacea della Groenlandia settentrionale (1), divisi in due formazioni, cioè di Kome, nome complessivo che comprende varie località di carattere geologico identico, e Atane, anch'esso nome complessivo.

La formazione geologica di Kome è la più antica, cioè del cretaceo inferiore o urgoniano,

(1) *Die Kreide-Flora der Arctischen Zone,* " K. Svens. Vet. Akad. Handl. ,, B. 12, 1874.

Id., *Nachträge der Fossilen Flora Grönland,* Ib., vol. 18, 1880.

o neocomiano superiore; dove nessun indizio di piante e animali marini si trovava, segno probabile che erano acque dolci dove stavano i residui delle piante, ora fossili. Furono trovate n. 75 specie, di cui la maggior parte Filices 38, 1 Lycopodium, 3 Calamariae, 9 Cicadacee, 17 Conifere, 3 *Glumacee*, 3 *Coronarie*, 1 *Salicinee*; Glumacee e Coronarie monocotiledoni, Salicinee sp. *Populus primaeva*, dicotiledone.

La Flora di Atane è del cretaceo superiore, in numero di 62 specie, così composta: Filices 13, 2 Cicadee, 10 Conifere, 3 Monocotiledoni, 33 Dicotiledoni; così che Angiosperme in totalità 36 specie, dominano nella Flora, quindi qui abbiamo, dopo un lungo periodo da Kome a Atane, in cui apparve una sola specie, *Populus primaeva*, un numero grande di forme dicotiledonee differenti; la Magnolia ha due sole specie, il Populus ne ha tre; Monocotiledoni sono rari, a Kome ne erano apparse 6. La Flora cretacea di Spitzbergen è una miscela di specie del cretaceo inferiore col superiore, e comprende 5 Filices, 1 Equisetaceae, 9 Conifere, 1 Monocotiledone, nessun Dicotiledone. Secondo Heer, dunque, Kome è del cretaceo inferiore o urgoniano, Atane del superiore o Gault, Spitzbergen del medio. Le belle tavole dimostrano chiaramente i fatti esposti. Da ciò si vede come le Angiosperme non hanno alcuna relazione con Ginnosperme, Filicine, Cicadee e altre; e che nessuna preparazione si vede dell'appa-

rizione delle prime. Lo stesso autore aveva esaminato i fossili vegetali del carbonifero di Spitzbergen e aveva trovato specie note in quel periodo geologico e nessun indizio precursore di una nuova e importante forma floristica. Questa piccola Flora difatti comprende *Calamites radiatus*, *Stygmaria* varie, *Cyclostigma Nathorsti*, *Lepidodendron Velthoimianum*, *Pecopteris punctata* (1).

Ma qui voglio trascrivere alcune osservazioni dello stesso autore. Egli scrive: « Noi abbiamo nel precedente lavoro descritto 140 specie del cretaceo della zona artica. Il cretaceo inferiore di Groenlandia (urgon) diede 75 specie, il medio di Spitzbergen 16 e il superiore di Groenlandia (cenomaniano) 62. Le specie dell'urgoniano si dividono in 15 famiglie, del cretaceo superiore in 27. Benchè dell'urgoniano abbiamo più specie di sette differenti luoghi, mentre del cretaceo superiore soltanto da due luoghi, questi ci mo strano una più grande varietà di forme. Questo è chiaro dall'apparire delle Dicotiledoni e in una serie di differenti famiglie. Da ciò vediamo che nessun mutamento di tipo di piante lento e impercettibile avvenne, ma col cenomaniano entrò lo sviluppo del mondo vegetale in una nuova fase, e con le Dicotiledoni la classe di piante più

---

(1) ***Beiträge zur Steinkohlen-Flora der arctischen Zone***, " K. Sv. Vet. Akad. Handl. „ cit.

elevate in un tempo relativamente breve venne al maggiore svolgimento » (1).

Questo pensiero di Heer è già nella mia concezione, come vedesi nelle pagine che riguardano la Fauna; ma non si ricava come sia venuto lo sviluppo della Flora in una nuova fase, l'autore non lo dice, nè l'adombra. Il fatto non solo del sorgere di una nuova Flora, ma della molteplicità delle forme è più importante che mai, perchè è uno degli argomenti che gli evoluzionisti non possono in nessun modo conciliare con le loro teorie che ammettono la trasformazione tipica.

Nel 1889 Fontaine pubblicava in uno dei «Monographs» delle esplorazioni geologiche degli Stati Uniti l'opera sulla Flora del Potomac (2). Egli discusse su questa formazione e divise il Potomac in inferiore e superiore, e ammise fra il Potomac inferiore e il Wealden una correlazione, cioè di cretaceo inferiore; le piante fossili tratte dalla formazione inferiore e rappre-

---

(1) *Die Kreide-Flora* cit., pag. 25. L'autore manifesta meglio le sue idee sulla persistenza delle forme vegetali nella sua grande opera: *Flora tertiaria Helvetiae*. Wintenthur, 1855-59.

(2) *The Potomac or young Mesozoic Flora*, " Monograph, XV, U. S. Geol. Survey ", 1889. Vedere inoltre FONTAINE, *Recent collections of Fossil Plants from the older Potomac of Virginia and Maryland*, in " Monograph ", vol. XLVIII. — WARD, *Status of the Mesozoic Floras*, cfr. " U. S. Sec. Paper ". Washington, 1905.

sentate da impressioni di foglia, comprendono 365 specie, così divise: Pteridosperme 142, Ginnosperme 134, Angiosperme 89. La Flora nel suo insieme contiene molti elementi del giurassico, e quindi si discuteva se non fosse a considerarsi del giurassico superiore; ma molti motivi si opponevano a ciò, come altri sarebbero contrarî a ritenerla così antica come equivalente al Wealden per il gran numero di Angiosperme; in Europa il Wealden o neocomiano non aveva dato nessun residuo di piante a fiori. Vedremo come sarà confermato col nome generico di cretaceo inferiore il periodo di Potomac. Del resto nel testo di Geologia di Chamberlin e Salisbury il Potomac è collocato nel cretaceo inferiore Comancheano ed è messo in correlazione con Frederiksburg, Kootenay e Morrison e Neocomiano o Wealden (1).

L'importanza del fatto non consiste nell'apparizione più o meno precoce nel cretaceo delle Angiosperme, ma nell'apparizione improvvisa e nel numero vario di forme non aspettate in questo primo manifestarsi di tali piante, considerate le più elevate nella scala morfologica, cioè 89 specie appartenenti a vari generi e a varie famiglie. Vero è, purtroppo, che non si hanno fusti, o rami nei ricordi paleontologici, ma le foglie, ancorchè non possano dare idea

(1) *Geology*. London, 1909, vol. III, p. 109.

esatta delle specie nè della morfologia delle piante, indicano evidentemente il carattere del tipo di Angiosperme. Il fenomeno è singolare, ma non differente da quanto abbiamo appreso, esaminando i modi di apparizione dei tipi animali. Gli autori che trattano questo fenomeno sono sorpresi naturalmente di un avvenimento inaspettato e tentano sempre di attenuarlo. Fontaine scrive che « il carattere delle Angiosperme del Potomac mostra che il primo avvento di questa classe deve rimandarsi come molto più addietro ancora, ma la flora del Potomac ci dà la prima apparizione di questo tipo elevato in una quantità notevole, e mostra che queste piante, almeno come presto, cioè nel cretaceo più antico, fossero presenti in numero considerevole, rinviando indietro almeno per un'epoca la data di questo così grande sviluppo. *È ad avvertire che noi non troviamo in esse*, benchè molte di esse siano assolutamente arcaiche in tipo, *qualche forma che stabilisca una transizione fra Angiosperme e Felci o Ginnosperme (l'italico è mio)* » (1). E questa constatazione è di valore straordinario. Anche noi crediamo che lo sviluppo di Angiosperme bisogni rimandarlo indietro, ma in significato differente da quello dell'autore, che probabilmente vorrebbe vedere la trasformazione da altri tipi di piante, benchè non lo dica, o i progenitori.

---

(1) Op. cit., pagg. 346-7.

In seguito un altro studio di Flora cretacea, già preparato da Newberry, ma edito, dopo la la morte dell'autore, da Hollick, mostra che in un periodo più tardivo del Potomac inferiore il numero delle Angiosperme è enormemente aumentato, mentre diminuisce quello delle piante che prevalevano nel giurassico. È la Flora di Amboy Clays, formazione che Ward considera del nuovo Potomac (1); la quale è costituita di 156 specie, di cui Felci 8, Cicadi 5, Conifere 15, Angiosperme soltanto Dicotiledoni 126. Queste specie di Angiosperme costituite di elementi individuali più o meno numerosi, sono comprese in 28 famiglie differenti.

Non spetta alla natura di questo lavoro di mostrare i caratteri e la distribuzione geografica di questa Flora e specialmente di Angiosperme; a me interessa soltanto segnalare il fenomeno, vale a dire l'aumento di questa nuova classe di piante dopo il primo apparire, e la immensa varietà delle forme resa evidente nel numero delle famiglie e delle specie enumerate.

Infine è utile unire ai lavori precedenti che rappresentano studi su formazioni cretacee prossime l'una all'altra, quello sulla Flora del Dakota di Lesquereux (2). Il Dakota è correlativo

---

(1) NEWBERRY, *The Flora of the Amboy Clays*, "Monograph", vol. XXVII, 1895.

(2) *The Flora of the Dakota Group*. A posthumous Work by LEO LESGUEREUX, "Monograph", vol. XVII, 1892. Edited by KNOWLTON.

al cenomaniano; siamo dunque alla fine del cretaceo inferiore o al principio del superiore, secondo le opinioni; e nel cenomaniano già la flora angiospermica è comune a tutte le regioni, quindi la distribuzione geografica è larghissima. Comprende specie 460, di cui 6 Felci, 12 Cicadi, 15 Conifere, 8 Monocotiledoni e 429 Dicotiledoni. Di Monocotiledoni si hanno 7 famiglie, di Dicotiledoni 34; queste sono con le specie le accertate, e si tralasciano le incerte.

Knowlton fa varie osservazioni su questa Flora e comparazioni con altre, che io lascio al lettore, se desidera conoscerle. Ma voglio accennare alle trasformazioni che l'autore trova nelle foglie di alcune piante, le quali trasformazioni però sarebbero variazioni non tipiche, come la parola potrebbe far credere; sono invece modificazioni di forme che vanno studiate un poco meglio. Però è degna di nota un'altra osservazione dell'autore: « Com'è (scrive) che, quantunque i tipi vegetali siano così facilmente e diversamente modificati vicino alla loro origine, i caratteri essenziali di molti di loro rimangono persistenti e possono essere riconosciuti nelle piante dei più recenti periodi, essendo tracciati dai loro rappresentanti generici e anche riconosciuti nella flora dell'epoca presente? Io già ho affermato che molti tipi della flora arborescente del Nordamerica erano presenti in questa del gruppo Dakota, e che molti di questi avevano lasciato avanzi o forme generiche o specifiche

alleate nei periodi intermedî. A sostegno di ciò vorrò essere scusato se brevemente faccio una revisione dei più importanti tipi del gruppo Dakota in quanto sono riconosciuti nelle formazioni che si sono succedute » (1). E l'autore fa questa revisione che io qui debbo tralasciare.

Knowlton vuol trarre una conclusione che è la seguente: che la Flora del Nordamerica non è, all'epoca presente, e non è stata nei periodi geologici passati, composta di elementi stranieri importati nel continente per migrazione; ma è indigena. I tipi sono nativi, e le diversità dei loro rappresentanti sono un prodotto d'influenze fisiche; le loro affinità dunque o la relazione delle loro modificazioni o forme derivate, non possono considerarsi come effetto di regioni lontane (2).

Non tocca a me di discutere queste affermazioni; solo vedo un fatto dall'autore segnalato con la sua domanda, la persistenza dei tipi, che possono subire modificazioni, ma che non si trasformano. Per questo l'autore vede che i caratteri essenziali rimàngono persistenti e fin dall'origine delle forme tipiche, sia che la Flora sia stata indigena, ovvero che sia immigrata: è una prova della nostra interpretazione che sosteniamo in tutto il lavoro fin dal principio.

---

(1) Op. cit., pagg. 232-33.
(2) Op. cit., pag. 256.

Riassumo così le tre serie per dimostrare il moltiplicarsi delle Angiosperme.

Formazioni geologiche	Angiosperme	Altre specie	Totale
Potomac inferiore	89	276	365
Amboy Clays (nuovo Potomac)	126	30	156
Dakota (Cenomaniano)	429	33	460

Il Potomac fu determinato dal Fontaine, come ho detto; ma in seguito Ward fece un nuovo studio di questa formazione, e delineò la composizione del Potomac inferiore o più antico, del medio e del nuovo; in questo inchiuse appunto Amboy Clays. Il vecchio Potomac che denominò basale, comprende tre periodi, James River, Rappahannock e Mount Vernon; nel medio collocò Aquia Creek, nel nuovo Albipurean, Amboy Clays ed equivalenti, serie Island; e secondo questa distinzione collocò il numero delle specie che si ebbero da tali formazioni (1).

Ma ancora più tardi si fecero nuovi studi sul Potomac da Clark, Bibbins e Berry (2) e fu de-

(1) *The Potomac formation,* "15° Annual Report U. S. Geol. Survey for 1893-4 ". Washington, 1895.

(2) *Maryland geological Survey. Lower Cretaceous.* Baltmore, 1911, pagg. 46, 94-5, 99-151.

Se si vuol vedere la distribuzione delle flore del Mesozoico e quindi anche del periodo di cui ho parlato

terminato il cretaceo inferiore del Maryland in successivi depositi, cioè, cominciando dal più vecchio, Patuxent, Arundel e Patapsco; che del resto sono messi in correlazione con le determinazioni di Ward e di altri. Quindi sono state studiate le collezioni di fossili, animali e piante, trovati nei tre depositi in successioni. Si ricava dalle tabelle che le Angiosperme furono trovate insieme ad altri tipi di piante, principalmente nel Patapsco, cioè nel deposito superiore del cretaceo inferiore. Queste specie di Angiosperme sono 25 sicure, altre 10 sono poste in *Incertae sedis*. In seguito Berry fa un compendio della Flora del cretaceo inferiore del mondo; e di Angiosperme in questo periodo ne trova pochissime e alcune incerte molto. Nel Nordamerica è oramai assicurato, questa nuova Flora ebbe origine e sviluppo prima di altre parti della terra.

* * *

Veniamo alla conclusione.

Le Angiosperme apparvero dunque improvvisamente senza precursori, i ricordi paleontologici abbondanti e di tutti i periodi geologici dalla fine del giurassico lo dimostrano eviden-

---

sopra, confr. WARD, *Status of the Mesozoic Floras* cit., e *Synopsis of the Flora of the Laramie Group,* " 6° Ann. Report U. S. Geol. Survey ", 1885.

temente; invano si ricercano i progenitori che non hanno mai esistito, e invano si rinvia all'indietro del cretaceo l'origine di questi supposti progenitori. Le teorie che credono poter trovare nelle Conifere, o nelle Cicadeoidee, o in altro tipo vegetale l'origine di Angiosperme, principalmente si fondano su le forme degli organi di riproduzione, il fondamento della classificazione delle piante. Ma se vi sono somiglianze fra organi riproduttori di Angiosperme e di Cicadi fossili, Bennettite, si trovano numerosissimi caratteri vegetativi molto differenti; sarebbe necessario che vi fosse stata una trasformazione nel fusto così singolare di Bennettite, nei germogli che sortono dal fusto, nella ramificazione paradossale, nelle foglie, nelle radici, nei fasci vascolari, nell'abito totale. Ora simile trasformazione è irrazionale a concepire, e non si può nè si deve neppur discutere. Ammessa anche questa paradossale trasformazione, noi ci troviamo davanti ad un altro fatto ed è la gran varietà delle forme di Angiosperme tutte contemporanee; soltanto nel Potomac inferiore il Fontaine trovava 29 tipi che egli determina come generi, e se le Bennettite avessero potuto convertisi in *Ficus*, non potevano trasformarsi nello stesso tempo in *Sapindopsis* o in *Vitis* o in *Quercus* o in *Ulmus* o *Hedera* o *Eucalyptus*: ciò è semplicemente logico. Lo stesso ragionamento vale se si suppone che i progenitori siano state le Conifere o altri. La trasformazione, quindi, è impossibile a con-

cepire, e ciò porta necessariamente all'interpretazione che le Angiosperme devono aver avuto un' origine diretta e indipendente; e le varie e molteplici forme che costituiscono specie, le quali si raggruppano in generi, sono poligenetiche, come abbiamo trovato le forme animali fin dall'origine loro, dal cambriano, e come abbiamo veduto sorgere i mammiferi, la cui origine è paragonabile a quella delle Angiosperme, gli uni e le altre essendo considerate come le ultime manifestazioni evolutive della materia organica nel regno vegetale.

Lo studio intorno alle piante fossili, la saturazione che in me è avvenuta in molti mesi esclusivamente dedicati alle analisi e alle descrizioni di molti botanici che a questo lavoro paziente si sono applicati, mi mettono in grado di affermare che, per l'origine e l'evoluzione, il regno vegetale si comporta come il regno animale; ma vi sono fatti speciali che sembra s'incontrino soltanto nelle piante. Vale a dire, si conoscono gruppi di piante che ebbero uno sviluppo grande nei primi periodi di loro esistenza e costituirono le grandi foreste del carbonifero, dove insieme a Felci arboree erano Pteridosperme numerose e splendide e che non esistono più da lungo tempo. Le grandi Calamite, i magnifici Lepidodendri, le caratteristiche Sigillarie

formavano una Flora grandiosa; e così altre forme che il paleontologo delle piante tenta di ricostruire. Ma un altro gruppo con caratteri singolari è quello delle Bennettite, Cicadee fossili, così diverse dalle esistenti e di cui l'origine è oscura. Le forme viventi di Licopodiali, di Calamarie, sono inferiori alle supposte loro antenate, e sembrerebbero residui di una vegetazione sparita.

Come ho ammesso parlando degli animali, si può ammettere egualmente per le piante: tre funzioni fondamentali biologiche, ma due specialmente, sono responsabili del fatto delle affinità che s'incontrano nelle varie e differenti forme vegetali, nutrizione, riproduzione e funzione filattica; ond'è che gli organi di riproduzione devono avere fra le varie piante molti caratteri affini, anzi comuni, essendo identica la funzione di riproduzione, mentre le variazioni sono dovute in gran parte alle condizioni varie morfologiche delle piante stesse. Dalle Briofite alle Pteridofite si hanno spore e variazioni nel modo di produrre le spore stesse, secondo la composizione morfologica delle piante; da Pteridosperme a Ginnosperme, piante con semi, si trovano altri caratteri comuni fra loro; infine Angiosperme di ogni tipo hanno comuni tutti i caratteri florali e il metodo di impollinazione, con quelle variazioni che esigono le piante medesime. Inoltre il botanico ha trovato caratteri affini fra gruppi differenti, cioè fra Ginnosperme

e Angiosperme, negli organi e nelle funzioni di riproduzione; ciò è naturale, perchè in tanta diversità la funzione è unica, la medesima. Quindi volere scoprire e stabilire affinità di gruppi vegetali per le affinità di organi riproduttori, è correre il rischio d'ingannarsi; e questo è avvenuto a tutti coloro che hanno impiegato ingegno e studio a questo fine, e abbiamo riferito qualche esempio; sarebbe come volere stabilire affinità e discendenza fra mammiferi per mezzo delle forme dei loro organi sessuali.

Quel che ho detto per la riproduzione vale per gli organi di nutrizione. Le piante vascolari sono varie e formano varî gruppi, e devono avere per questo organi adatti allo scopo, e fra questi sono i fasci vascolari e altri ancora, che qui non è necessario dire. Anche qui si trovano differenze come somiglianze; queste ultime si riferiscono alla funzione identica, le prime alla varia struttura morfologica delle piante. Ciò basta per far comprendere il mio modo d'interpretare i fenomeni, per i quali si vorrebbe rilevare la razza e la discendenza.

Se le grandi classi di piante sono apparse improvvisamente e senza precursori o progenitori, che invano si vanno cercando o aspettando, se da forme definite non possono aversi che variazioni soltanto e non trasformazioni in nuovi e differenti tipi; se esiste indiscutibilmente la persistenza di forme tipiche che non siano estinte, e alcune già lo sono; se le specie esistenti mo-

strano, come di fatto è, le loro relazioni con le specie dei periodi geologici passati, perchè conservano il tipo o i tipi di cui sono forme variate, non può esservi altra interpretazione dei fatti che *l'origine indipendente delle forme stesse che rappresentano tipi*; non soltanto ciò, ma anche, come abbiamo ammesso per gli animali, è necessario ammettere la continuità creativa della sostanza vivente, che nel tempo e nello spazio si svolge in varie e infinite forme.

XVIII.

Sommario: Ricapitolazione dei fatti e dell'interpretazione loro per l'origine della vita animale e vegetale.

È utile riassumere i fatti principali constatati e le idee che da essi sono derivate come induzioni e ipotesi.

Nel cambriano apparvero improvvisamente i tipi caratteristici di animali invertebrati marini, numerosi per individui e di forme varie così da costituire gruppi di specie.

Nel precambriano soltanto alcune forme apparvero, ma egualmente elevate come nel cambriano; al di là non si ha finora alcun indizio di vita animale o vegetale, benchè le condizioni climatiche e la presenza di sedimenti facessero supporre di essere simili a quelle del cambriano e di altre epoche geologiche in cui la vita era presente.

Le forme animali nell'uno e nell'altro caso, cioè nel precambriano e nel cambriano inferiore e susseguente, sono complesse, composte di

molte cellule e di organi vari; di forme unicellulari si è trovato nel cambriano qualche raro Foraminifero. Quindi non trovasi esempio che la vita animale sia cominciata da viventi di una sola cellula; ma invece le prime forme non sono più semplici dei vermi, dei molluschi, delle spugne, dei crostacei (Trilobiti) e dei molluscoidi (Brachiopodi): tutti sono esseri completamente differenziati; anche quei rari Foraminiferi sono perfettamente differenziati coi loro gusci silicei o calcari.

A trovare l'origine di viventi così costituiti, si suole rinviare all'indietro ad epoca anteriore alla loro formazione, ovvero si crede che i progenitori loro non fossero conservati, non essendo rivestiti di parti dure. Ma a ciò si oppone la conservazione delle forme di vari vermi del precambriano e del cambriano, e anche di batteri, malgrado la loro estrema minutezza e non costituiti da parti dure. In seguito si è potuto constatare la conservazione di oloturie e di meduse, esseri fragili, nel cambriano. La presenza di rari Foraminiferi mostra che gli animali cercano di che formare la loro difesa costruendo il guscio. Quindi, si afferma da noi, se non si trovano i progenitori di quei viventi cambriani e precambriani, è indizio certo che non vi sono stati mai.

Gli animali di cui si è parlato, sono veramente i primi, e la loro esistenza è cominciata in altro modo, non con progenitori che non si scoprono, perchè non hanno avuto mai esi-

stenza. Il processo di loro formazione è analogo a quello embriologico seguìto dal larvale ed in tempo enormemente lungo; l'apparizione è avvenuta quando questi animali raggiunsero la forma completa.

La sostanza vivente è una sintesi biochimica d'origine marina, perchè i mari contengono tutti gli elementi per formarla e non per una sola volta, ma continuamente, di carattere colloidale.

Questa sostanza vivente, che naturalmente doveva essere di carattere albuminoide, e di qual tipo qui non indaghiamo, ha formato piccole masse amorfe prima, in seguito organizzate in forme cellulari o libere o unite fra loro e vaganti nelle acque, probabilmente libere. Siccome è proprietà della vita l'avere nutrizione, avanti tutto, e perpetuare l'esistenza, cioè avere discendenza, e quindi svilupparsi in vari modi e direzioni, secondo le condizioni proprie e dell'abitato in cui vive; essa si è sviluppata in più cellule, nella forma più primitiva, cioè con la scissione. Probabilmente allora si sono formati vari gruppi di cellule fra loro unite, come vedesi nei fenomeni embriologici di tutti i viventi multicellulari, invertebrati e vertebrati. Alcune piccole masse albuminoidi hanno formato cellule che sono rimaste fra loro divise come viventi completi e quali ancora ne vediamo, come, p. es., le amebe, e molte hanno costruito per secrezione gusci calcari o silicei, come i Foraminiferi, sviluppando organi speciali tali quali i pseudo-

podi o altri in altre forme, e come vedesi ancora in molti e numerosi protisti che popolano le acque. Quella sostanza viva che, individuatasi in forma cellulare si è sviluppata in cellule multiple, ha continuato la sua evoluzione ed ha formato la gastrula, forma organica che serve alla nutrizione. Questa si compie sempre nell'interno, anche nelle amebe e altri viventi unicellulari; e quindi la forma di gastrula si riferisce al fatto funzionale della nutrizione e per questo è universale per ogni vivente composto di molte cellule e di qualsiasi tipo. La parte esteriore della gastrula rappresenta ciò che serve alle relazioni esterne e ai movimenti del vivente. L'embriologia ripete la formazione originaria di qualsiasi animale; la gastrula non dimostra l'unità di origine, ma l'unità delle funzioni elementari che servono alla vita.

Dalla sostanza vivente possono esser nati esseri viventi di una sola cellula e restare perennemente unicellulari, e viventi composti di molte cellule senza che questi derivassero da unicellulari già individuati o, come dicesi, differenziati. Allora noi possiamo concepire che i vari viventi apparsi nel precambriano e nel cambriano siano stati formazioni che non derivano da forme di progenitori ad unica cellula e già tipo definito come sono i protisti, ma sono effetto di evoluzione diretta e continua della sostanza vivente dal momento che essa ha preso le forme organiche di cellule. Così pluricellulari

e unicellulari come esseri viventi completi e differenziati, devono aver avuto origine e formazione indipendente. Ma, come si è veduto, i viventi unicellulari, nei periodi primitivi della manifestazione della vita, sono rarissimi; ciò prova ancor più evidentemente che gli esseri composti di molte cellule sono primordiali, e non derivati da altri esseri più semplici.

Sarebbe strano pensare che dai protisti derivassero metazoi, se quelli hanno struttura e funzioni determinate alla loro esistenza; e quindi stabiliamo come principio che *da forme viventi differenziate non possono nascere forme differenti o di altro tipo*. I Foraminiferi che vediamo in qualche esemplare raro nel cambriano, sono sempre rimasti tali anche moltiplicandosi a milioni e a miliardi nei vari oceani. Così si può affermare di qualunque altro protista.

Se si ammette che la sostanza vivente si organizza in gruppi cellulari per formare esseri viventi definiti di forme con organi utili alla esistenza, è anche da ammettere che le forme animali che ne derivano, possano essere differenti, pure avendo organi per le medesime e identiche funzioni vitali: nutrizione, riproduzione, difesa. Che sia stato così, come si suppone, si arguisce dal fatto incontestabile che le prime apparizioni di animali rivelano la molteplicità di forme e di tipi: vermi, molluschi vari di forma, spugne, meduse, oloturie, brachiopodi, trilobiti e altri ancora. Se così non fosse, chi di questi

sarebbe il primo animale, il progenitore degli altri? E nessuno, invero, potrebbe esserlo, perchè tutti hanno forme definite e adatte alle funzioni che hanno acquistato dopo lunghi processi di formazione, i quali processi formativi cominciarono con la prima formazione e moltiplicazione cellulare adatta all'esistenza di ciascun tipo animale.

Quindi ogni tipo è un effetto di una produzione indipendente, è una formazione separata e indipendente, senza relazione con gli altri tipi. Nessuno sforzo a concepire questo avvenimento, come è bene denominarlo, perchè, come vi può essere un processo che ha prodotto i vermi, possono esservene altri che han prodotto molluschi o spugne o brachiopodi o trilobiti. Come son nati i vari protisti, nacquero i varî metazoi marini. Le forme così varie degl'invertebrati cambriani si andarono formando certamente sotto varie circostanze di abitato marino e forse anche di composizione della sostanza vivente albuminoide, pure tutte obbedendo alle leggi comuni della vita, le quali le uniscono indissolubilmente.

Che poi nessuna delle forme viventi, che sono a ritenersi come originali e non effetto di trasformazione di altro tipo, possa dirsi di essere derivata da altra, si ha dal fatto incontrastabile che esse hanno tipicamente continuato a vivere finora, e sono molti milioni di anni, senza trasformarsi mai in altro tipo qualsiasi. Vi ha di più: tutti quei viventi che vanno sotto il nome di

molluschi non costituiscono unico tipo, e sono così vari da costituire molti tipi, i quali sono rimasti, come tali, immutati fin dal primo apparire, anche quando hanno mutato abitato e condizioni di vita. Sembra, quindi, certo che le forme viventi apparse subitamente nei primi periodi del paleozoico non derivassero da forme precedenti, o, come dicesi, da progenitori, ma fossero formazioni primitive e dirette originali. Se così è, come siamo convinti, è vano rinviare a nuove scoperte in periodi geologici più arcaici la rivelazione dei progenitori, che non esistono e non esistevano giammai.

Non soltanto nel cambriano quei tipi e sottotipi animali apparvero come indipendenti gli uni dagli altri, ma anche vari nella stessa forma tipica, e così da formare generi e specie. Questo forma oggetto d'un altro problema.

Si è abituati di pensare e di sostenere che un tipo animale qualsiasi abbia origine con unico elemento da costituire un phylum unico, dal quale derivano le forme successive per variazioni che subiscono da cause che sono ancora in discussione dall'epoca che Darwin tentò di conoscerle e applicarle. Ora noi troviamo che i fatti sono differenti: un tipo che si forma comprende un numero indeterminato d'individui, perchè è contro il senso comune che un solo sia l'individuo che si riferisce al tipo. Quando la sostanza viva viene determinata a qualche forma, è in molti elementi simili che si deter-

mina e produce più forme d'un tipo: questa è naturale poligenesi che logicamente sarebbe assurdo combattere, non che negarla. Sarebbe curioso avvenimento quello della creazione di unico verme d'un tipo, d'unico mollusco, d'unico brachiopodo o trilobite o altro animale, in tutti i mari cambriani; se così fosse, questi elementi solitari sarebbero periti presto e la vita avrebbe avuto termine. Questa molteplicità originaria ho denominato già *origine a stirpe* e anche *nidiata.*

Se invece e logicamente si pensa che la creazione d'un tipo animale deve comprendere molti individui, come popolazione marina, scaturisce un'altra idea come effetto, cioè che gl'*individui sono simili*, *identicamente come tipo*, *ma devono avere anche differenze fra loro.* Non indaghiamo le cause del fatto, lasciamole, ma constatiamo il fatto, che interessa sommamente. Chi per avventura ne dubitasse, mostrerebbe di non avere mai osservato fenomeni naturali; e gliene segnalo uno ovvio osservabile da tutti e constatabile anche da laici, quello delle foglie in una pianta, che sono tutte corrispondenti al tipo, ma sono diseguali in vari elementi costitutivi. E come questo vi sono miriadi di esempi di ogni genere in animali e in piante; per esempio tutti i semi delle piante, tutte le piante che nascono da semi, tutti i frutti d'ogni specie, mostrano di essere tipicamente dello stesso tipo, ma variano per qualche carattere.

Questa ho chiamata *variazione primitiva* o *pri-*

mordiale che si ha nella creazione delle forme animali, che escono dai processi di formazione dalla prima costituzione della sostanza vivente in forma di cellule, che vanno poi a svilupparsi in forme viventi definite.

Se lasciamo liberi di svolgersi in tempi successivi questi elementi costituenti un tipo animale e che posseggono variazioni in qualche carattere e quindi in qualche parte morfologica, noi avremo nuove e maggiori variazioni delle primordiali e native, cioè *variazioni di secondo ordine* o *secondarie*, che possono assumere una maggiore intensità; avremo, in altre parole, le specie che si separano fra loro per alcuni caratteri. Io non ricerco le cause, come già ho detto; altri da Darwin in poi si sono affaticati a questa ricerca e non pare siano riusciti a mettersi d'accordo; io ho voluto mettere in evidenza il fatto. Il quale, da quanto ho ammesso, mostra che sostanzialmente le specie, o quelle che così si denominano, sono semplicemente rami d'un tipo animale sviluppatosi dalla differenza nativa degli individui molteplici formati per processi naturali originari: una poligenesi più evidente e che va continuamente a generare maggiori separazioni fra i vari rami e così da dar loro l'aspetto di origine separata e diversa almeno in alcuni gruppi di animali, mentre in altri gruppi non si produce nessuna separazione grande, restando persistenti i caratteri fondamentali tipici originali.

Ritornando indietro, voglio parlare ancora dei processi di formazione dei tipi e dei sottotipi animali.

Questi processi devono rassomigliare ai processsi embriologici, ma devono essere stati svolti in un tempo enormemente lungo, nel quale ogni progresso di forma e di sviluppo è un acquisto di nuovi caratteri che non esistevano anteriormente. Il fenomeno di sviluppo naturalmente doveva essere in relazione con tutto ciò che era in contatto e che serviva alla vitalità dei viventi che andavano a formarsi; quindi sviluppo di organi di nutrizione, di presa, di moto e di difesa e origine di organi sensorî e connessione loro con tutto l'organismo per mezzo di un sistema nervoso più o meno iniziale o sviluppato. Dire che devono essere passati milioni di anni per tali processi non è esagerazione, quando si pensi al valore di tali acquisizioni organiche in una sostanza d'origine amorfa. Ma il processo embriologico formativo deve essere stato seguìto da quello larvale, da quanto oggi noi conosciamo della formazione di tali invertebrati marini. Anche il processo larvale originario dev'essere stato estremamente lungo, perchè esso porta al compimento della forma cioè allo stato adulto.

Oggi l'uno e l'altro processo sono abbreviati per economia naturale che richiede un tempo breve, brevissimo relativamente a quello avvenuto d'origine nella formazione degli esseri. Per questo motivo anche molti processi intermedi

mancano o sono così riassunti negli altri da non apparire affatto, mentre sono differenti nei differenti tipi animali marini: ciò che implica anche il concetto che questi tipi hanno avuto origine indipendente gli uni dagli altri. Però nell'insieme tanto i processi embriologici formativi quanto quelli larvali seguono identica via di sviluppo e di progresso come di unico metodo che la natura ha adottato alla creazione e alla riproduzione dei viventi. Ma vi è una differenza sostanziale, cioè che all'origine della vita la sostanza vivente non aveva i caratteri che andava acquistando nei vari processi di sviluppo per passare a forme definite; nei processi embriologici di riproduzione la sostanza vivente concentrata in una cellula-ovulo e con la fusione di un'altra, spermatozoo, ha la disposizione acquisita di svolgersi in quel tipo animale da cui deriva, senza per questo, ammettere che in essa già si trovino i caratteri che cominciano ad apparire nello svolgimento: è una forma di individuazione che la sostanza vivente ha acquistata, quando già deriva da esseri differenziati e completi.

Quale sia stata la sorte degl'invertebrati marini apparsi nel cambriano e nei periodi successivi del paleozoico, non è difficile a dire. Essi non si sono trasformati perdendo il tipo che avevano acquistato d'origine, hanno invece molto variato nell'àmbito dello stesso tipo; alcune forme sono perite per sempre, altre ne sono sorte dai tipi originari, formando nuove specie, mercè una

serie continua di variazioni dipendenti dalle variazioni primordiali. La paleontologia può nel modo più evidente mostrare questi fenomeni, e la zoologia può confermarli, confrontando le specie moderne viventi con le antiche, siano o no estinte. Si suole parlare di persistenza di alcune forme, come la *Lingula* dei Brachiopodi, cui bisognerebbe aggiungere altri esempi di altri tipi animali recentemente scoperti, oloturie, meduse; ciò sembra un fatto eccezionale, e lo sarebbe come di specie che non è variata ed è rimasta immutata. Ma quel che non si riconosce e che è fondamentale per la teoria dell'evoluzione, è la persistenza dei tipi e sottotipi che è comunissima, è la usuale, la naturale. Noi difatti chiamiamo ancora con gli stessi nomi le forme tipiche dei molluschi, cioè Gastropodi, Cefalopodi, Lamellibranchiati e così di seguito, che già esistevano nelle epoche geologiche passate, e le recenti e viventi, e così egualmente classifichiamo i Poriferi, i Celenterati, gli Echinodermi, che apparvero fin dal cambriano e ancor oggi vivono in nuove specie, ma non mai si sono trasformati in tipi nuovi e differenti. Tale è stata la storia degli esseri viventi che si formarono all' origine della vita; essi ancora continueranno a vivere mutandosi in nuove specie, ma non di tipo, che rappresentano da milioni d'anni.

Si hanno nuove creazioni di animali dopo quelle primitive all'apparire della vita? La ri-

sposta non può non essere affermativa. Basterebbe a convincersi seguire le successive apparizioni delle forme viventi nei vari periodi geologici. Vero è che i rappresentanti dei tipi d'invertebrati marini apparvero nel cambriano; ma questi che comunemente si chiamano tipi e oggi costituiscono classi numerose, sono già divisibili in sottotipi o sottoclassi e ancora più divisibili; essi hanno in comune caratteri fondamentali per i quali sono uniti come unico tipo, però sono anche molto differenti per un numero di caratteri proprî e speciali. Per esempio, i Crinoidi, i Cistodi, gli Asteroidi, gli Echinoidi sono tutti Echinodermi, ma ciascun gruppo si separa dagli altri per caratteri che loro sono particolari. Ora nella storia paleontologica è noto che tali gruppi sono apparsi in diversi tempi e successivi e non come variazioni d'unica forma, come s'inclinerebbe a pensare. E già si è mostrato qualche esempio, parlando dei Crinoidi e come non si è riescito a trovare l'origine unica di queste forme d'Echinodermi. Sarebbe qui troppo lungo voler dimostrare il nostro asserto che la apparizione successiva di vari gruppi costituenti tipi o sottotipi, non è un effetto di trasformazione d'un tipo anteriore di tempo, ma una nuova formazione; già l'abbiamo dimostrato.

Noi quindi interpretiamo i fenomeni nel significato di formazione nuova e successiva di viventi, che pure, avendo i caratteri in comune, non derivano gli uni dagli altri, ma sono for-

mazioni nuove sopra modelli, direi, comuni in qualche organo o complesso di organi, e sono quindi indipendenti. Volere, p. es., classificare gli Artropodi come unico tipo e soltanto per il carattere degli arti, nel significato generico di articolati, è chiaro che ciò si fa per convenienza; credo nessun biologo potrebbe ammettere che l'immenso numero di forme di artropodi derivasse da unico tipo.

Ora, se vi è formazione successiva delle forme viventi, come realmente è avvenuto, è naturale anche l'ammettere che esse siano un prodotto continuo della sostanza vivente nei vari periodi geologici; in altre parole non per una volta soltanto è stata creata la vita in forme determinate e varie, ma continuamente. E se le condizioni non sono mutate, come si è dimostrato, dal passato al presente, si può affermare che la produzione di viventi non è neppur presentemente cessata, ma continua, sebbene noi non abbiamo il modo di accorgerci di nuove creature recenti. Ma abbiamo altri argomenti a dimostrare la perennità della vita animale, come una continua creazione.

Uno dei problemi più difficili che offre la dottrina dell'evoluzione, è l'origine dei vertebrati, e quel che più imbarazza, è che le ipotesi escogitate finora non possono soddisfare, così che il problema è rimasto insoluto. Trasformare qualche invertebrato in vertebrato sarebbe il concetto degli evoluzionisti, e a sostenerlo si è andato

in cerca di forme di passaggio; capita l'*Amphioxus*, ed ecco che questo animale rappresenta il primo grado di evoluzione dei vertebrati. Non si può mettere in dubbio che l'*Amphioxus* mostri il fatto d'incipienza del tipo dei vertebrati, ma è recente, e i primi pesci lasciarono residui della loro esistenza come veri vertebrati nell'ordoviciano. Soltanto si può affermare che questo animale morfologicamente mostra come si proceda alla formazione vertebrale, ma non può considerarsi come antenato dei vertebrati. Ma non si può sostenere che forme come l'*Amphioxus*, Cordati cioè, fossero i progenitori dei Pesci; io dico, invece, che tali forme possono essere state stadi temporanei nella formazione dei vertebrati, come forme larvali, ma non mai esse rappresentano forme intermedie come si crede.

Contro il concetto comune che ammette questa forma animale come forma di passaggio fra invertebrati e vertebrati marini, trovasi un fatto molto significativo, cioè l'esistenza di pesci non vertebrati, gli ostracodermi, difesi da placche ossee, e posteriori anche all'ordoviciano. Inoltre si conoscono i Selaci che hanno ed hanno sempre avuto vertebre cartilaginee, e non possono derivare da forme tali quali i Cordati. Quindi è da ammettere che i vertebrati marini che apparvero nell'ordoviciano e furono pesci, si formarono direttamente e indipendentemente dagli invertebrati, alcuni dei quali assunsero forme colossali e rimasero sempre invertebrati, come gli *Eury-*

pterus. La difficoltà di concepire l'origine indipendente di questo tipo animale, qual'è quello dei vertebrati, non è maggiore di quella di concepire la trasformazione di qualcuno degl'invertebrati in vertebrato; la nostra concezione è più razionale, ammesso che la genetica ci rivela non andar perduti i caratteri d'una specie; nella trasformazione si perderebbero per l'acquisto di nuovi altri; ciò che non è possibile.

Se è così, come sembra contro la teoria comune, si può vedere in questa nuova formazione animale quello che si è già affermato, la continua attività creatrice della sostanza vivente, e la non trasformazione di forme già differenziate, come già si è ammesso: *gl'invertebrati non hanno mai varcato la soglia dei loro tipi per entrare nella categoria dei vertebrati.*

Ma inoltre vi ha di più: come si è ammesso che i tipi e sottotipi di invertebrati siano derivati direttamente dalla sostanza vivente, così dev'essere avvenuto delle varie innumerevoli forme di pesci. L'evoluzionista ha finora ammesso che i pesci hanno avuto origine dai Cordati, simili all'*Amphioxus*, come una forma da cui tutte le forme esistenti originassero; non pare che abbiano ammesso l'origine unica che è insostenibile, ma hanno trovato che vi sono forme arcaiche come sarebbero i selaci, e forme moderne. Ciò è incontrastabile; ma non si possono far derivare le forme moderne dalle arcaiche, di cui alcune sono estinte. La origine dei tipi

moderni mostra ancora incontrastabilmente che essi derivano direttamente e indipendentemente e nel modo stesso come sono formati i tipi arcaici, cioè dalla sostanza vivente, che a sua volta ha origine nei mari. Può dirsi di più ancora: se i primi pesci appariscono nell'ordoviciano e altri in periodi geologici posteriori, essi sono contemporanei con molte forme di invertebrati, dei quali abbiamo detto, molti tipi e sottotipi vennero in esistenza in periodi geologici successivi. La creazione nuova di vertebrati non impediva le nuove creazioni d'invertebrati, così la vita si è manifestata molteplice nelle forme e svolgentesi in tutti i periodi della storia della terra.

I pesci rappresentano dunque, i primi e più antichi vertebrati, la cui origine marina non può essere posta in dubbio; ne vennero in seguito d'origine d'acqua salmastra e dolce, se veramente possa dirsi origine e non forse derivazione da specie marine. Anche per questi primi vertebrati vale quanto ho affermato per gl'invertebrati, cioè l'origine a stirpi o poligenetica, in quanto che ogni tipo ebbe una molteplicità di elementi simili ma non eguali, donde l'origine delle prime variazioni sviluppatesi in seguito così da produrre specie distinte.

Con gli anfibi incomincia la vita animale a trasferirsi in terraferma, una vita con funzioni miste adatte all'abitato acquatico e al terrestre. Con i rettili la vita comincia a separarsi dalla sua matrice e a localizzarsi in terraferma. Con

i mammiferi infine vi è un trapasso completo in terraferma e si abbandona il mare e ogni abitato acquatico.

Tutte le teorie escogitate, tutte le analisi morfologiche e embriologiche a servizio della dottrina dell'evoluzione hanno tentato di dimostrare la discendenza degli anfibi dai pesci, dei rettili dagli anfibi, e dei mammiferi dagli anfibi-rettili, cioè o dagli uni o dagli altri, e per questo la lotta è stata aspra e forte fra i biologi. Il risultato generale di tutti i lavori e delle analisi è stato però negativo, perchè non si sono scoperti mai i così detti progenitori degli anfibi, dei rettili e dei mammiferi, soltanto si sono scoperte forme definite, o, come dicesi, differenziate, che hanno caratteri simili o prossimi a supposti progenitori dei tre tipi di vertebrati; per questo motivo i progenitori dei tre tipi di vertebrati si rinviano a nuove scoperte paleontològiche, nessuno essendo conosciuto. Questo è lo stato ultimo della scienza per l'evoluzione dei vertebrati; cui noi non aderiamo anche per nuove analisi fatte su i tre tipi, ammettendo quel che abbiamo affermato per gl'invertebrati, cioè la nessuna trasformazione di un tipo in altro, ma soltanto le variazioni che portano all'origine delle specie.

Poichè noi abbiamo sostenuto che la vita è creata nei mari e non altrove perchè nei mari si trovano gli elementi che han dato e dànno la sintesi biochimica che forma la sostanza vivente, crediamo che l'origine dei tre tipi dei vertebrati

anfibio-rettilio-mammiferi debba essere stata quasi contemporanea, soltanto il tempo necessario allo svolgimento dei processi speciali per ciascun tipo di vertebrati dev'essere stato differente, come differente dev'essere stato l'abitato per il quale le forme embrionali e larvali formative hanno preso differente direzione evolutiva. Inoltre la poligenesia diventa un postulato necessario: le forme primitive, dico i germi si sono svolti in vario senso per giungere a risultati differenti nei tre tipi insieme e in ciascuno separatamente. Questa origine comune spiegherebbe il fatto delle molte omologie di organi d'ogni carattere che si trovano in anfibi, in rettili e in mammiferi, mentre le differenze sostanziali di ciascun tipo si esplicano per la differente direzione di sviluppo in essi e in differente abitato o con la condizione speciale all'àbito funzionale nei differenti abitati. Così, come sempre è avvenuto, le forme viventi sono apparse improvvisamente senza precedenti progenitori che non hanno mai esistito nel significato ammessso dagli evoluzionisti; mentre rarissimamente appariscono forme in processo di formazione o embrionali o larvali. In una sola espressione dico che i tre tipi di vertebrati sono tre rami paralleli, benchè apparsi successivamente.

Così le forme definite dei viventi non si trasformano mai per qualsiasi tipo animale, che rimane immutato come tale, ma varia soltanto o si estingue, come dimostra tutta la storia pa-

leontologica; così si hanno le specie che rimangono nell'àmbito del tipo. La dottrina dell'evoluzione, infine, è da una parte storia della creazione delle varie forme dalle più umili alle più elevate, dall'altra è storia dell' origine delle specie: è la sostanza vivente che continuamente crea forme definite in vari gradi di elevazione morfologica.

Nella infinita varietà delle forme viventi trovasi un'unità che non è la morfologica ma la funzionale, la fisiologica, perchè tutti i viventi devono conservarsi e riprodursi per la perennità della vita; tutti gli organismi, nessuno eccettuato, devono avere organi adatti a questi fini vitali, e questi organi nella loro grande varietà, secondo la varietà dei viventi, compiono le fondamentali funzioni della vita, e quindi la grande loro somiglianza nella loro grande differenza.

Intorno alla Flora io non avrei che ripetere gli stessi principî espressi per la Fauna, che sono dirette emanazioni dei fatti e tali quali ci sono offerti dai più insigni cultori della paleontologia delle piante. Abbiamo veduto le loro differenti opinioni per spiegare l'origine delle varie classi di piante, e l'industria della loro mente per trovare l'evoluzione da una forma all'altra; ma abbiamo anche notato che questo sforzo laborioso non riesce affatto a convincere. Le teorie ri-

mangono tali e saranno provvisorie; se non convincono e non si accordano con i fatti, cadono irremissibilmente. Così qui per quanto si riferisce all'origine di Pteridofite, di Ginnosperme e infine di Angiosperme: grandi gruppi vegetali, complessi, vari, differenti, sorti senza precursori e all'improvviso, senza indizio che alcuno nei primi tempi di loro esistenza portasse segni di piante che l'abbiano preceduto. Chi scorra le belle tavole che rappresentano le specie, troverà che il distacco fra i gruppi è così grande da far dubitare se scientificamente si possa avere sostenuto la trasformazione, e se veramente esiste una base su cui appoggiare la teoria.

L'altro grande fatto che emerge dall'osservazione, è che la Flora, sorta all'improvviso in date epoche differenti anche, ha una straordinaria varietà di forme, classificate dai paleobotanici come famiglie, generi e specie. Tutto dimostra l'origine poligenica. La poligenesi non è dunque soltanto nell'origine dei grandi gruppi, ma nei gruppi stessi. Ripeto ancora, con la più grande convinzione, che le forme di tutti i viventi, sia di Fauna sia di Flora, sono molte, numerosissime, variissime nell'origine ma trovano l'unificazione nelle funzioni biologiche.

INDICE GENERALE

255

24. Vitali, *Il rinascimento educativo* — 1900 . . . (*esaurito*)
25. Disa, *Le previsioni del tempo* — 1900 . . . . L. 3 —
26. Tarozzi, *La virtù contemporanea* — 1900 . . . „ 2 —
27. Strafforello, *La scienza ricreativa* — 1900 . . . (*esaurito*)
28. Sergi, *Decadenza delle nazioni latine* — 1900 . . (*esaurito*)
29. Masè-Dari, *M. T. Cicerone e le sue idee economiche e sociali* „ 4 —
30. De Roberto, *L'Arte* — 1901 . . . . . . (*esaurito*)
31. Baccioni, *La vigilanza igienica degli alimenti* — 1901 . „ 4 —
32. Marchesini, *Il Simbolismo* — 1901 . . . . . (*esaurito*)
33. Naselli, *Meteorologia nautica* — 1901 . . . . „ 2,50
34. Niceforo, *Italiani del nord e Italiani del sud* — 1901 . (*esaurito*)
35. Zoccoli, *Federico Nietzsche* — 2ª edizione, 1901 . . (*esaurito*)
36. Loria, *Il capitalismo e la scienza* — 1901 . . . (*esaurito*)
37. Osborn, *Dai Greci a Darwin* — 1901 . . . . (*esaurito*)
38. Ciccotti, *La guerra e la pace nel mondo antico* — 1901 (*esaurito*)
39. Rasius, *Diritti e doveri della critica* — 1901 . . . „ 3 —
40. Sergi, *La psiche nei fenomeni della vita* — 1901 . . (*esaurito*)
41. Henle, *La vita e la coscienza*. Con figure — 1902 . . „ 3 —
42. Baccioni, *Nel regno del profumo*. Con figure — 1902 . „ 2,50
43. Strafforello, *Il progresso della scienza* — 1902 . . „ 3 —
44. Minutilli, *La Tripolitania*. Con una carta — 2ª ediz. . (*esaurito*)
45. Maeterlink, *La saggezza ed il destino* — 3ª ediz., 1919 nette „ 6 —
46. Molli, *Le grandi vie di comunicazione* — 1902 . . „ 4 —
47. Vaccaro, *La lotta per l'esistenza* — 4ª edizione (*in preparazione*)
48. Grant Allen, *La vita delle piante*. Con figure — 1902 „ 3 —
49. Zini, *Il pentimento e la morale ascetica* — 1902 . . „ 3 —
50. Materi, *L'eloquenza forense* — 1902 . . . . (*esaurito*)
51. Morasso, *L'imperialismo artistico* — 1903 . . . . „ 3,50
52. Lombroso, *I segni rivelatori della personalità* — 2ª ediz. „ 3 —
53. Oddi, *Gli alimenti e la loro funzione* — 1902 . . „ 4 —
54. Rossi, *I suggestionatori e la folla* — 1902 . . . „ 2,50
55. Vaccai, *Le feste di Roma antica* — 1902 . . . (*esaurito*)
56. Marchesini, *Il dominio dello spirito* — 1902 . . . (*esaurito*)
57. Sergi, *Gli Arii in Europa e in Asia*. Con figure — 1903 „ 3,50
58. Zanotti-Bianco, *Istorie di mondi* — 1903 . . . . „ 4 —
59. Harnack, *L'essenza del Cristianesimo* — 2ª edizione, 1908 „ 4 —
60. James, *Gli ideali della vita* — 4ª edizione . . . . „ 5 —
61. Baccioni, *Dall'alchimia alla chimica*. Con figure — 1906 „ 5 —
62. Cappelletti, *La leggenda Napoleonica* — 1903 . (*esaurito*)
63. Mach, *Analisi delle sensazioni* — 1903 . . . . . „ 4 —
64. Labanca, *Gesù Cristo*. Con figure — 1902 . . . (*esaurito*)
65. Anderson, *Le civiltà estinte dell'Oriente*. Con fig. — 1903 (*esaurito*)

66. Cougnet, *I piaceri della tavola*. Con figure — 1903 . L. 5 —
67. Sighele, *L'intelligenza della folla* — 2ª edizione . . „ 3 —
68. Hickson, *La vita nei mari*. Con figure — 1903 . . „ 2,50
69. Costa, *Budda e la sua dottrina* — 1903 . . . (*esaurito*)
70. Solerti, *Le origini del melodramma* — 1903. . . „ 3,50
71. Brofferio, *Per lo spiritismo* — 3ª edizione, 1903 . (*esaurito*)
72. Clodd, *Storia dell'Alfabeto*. Con figure — 1903 . . „ 3 —
73. Del Lungo, *Goethe e Helmholz* — 1903 . . . . „ 2 —
74. Finot, *La filosofia della longevità* — 1903 . . . „ 3,50
75. Alippi e Comanducci, *La liquefaz. del gas e dell'aria* - 1903 „ 3 —
76. Fraccaroli, *L'irrazionale nella letteratura* — 1903 . „ 5 —
77. Conn, *Il meccanismo della vita* — 1903 . . . . „ 3 —
78. Levi, *Delitto e pena nel pensiero dei Greci* — 1903 . „ 3,50
79. Del Cerro, *Fra le quinte della Storia* — 1903 . . „ 4 —
80. Viazzi, *Psicologia dei sessi* — 1903 . . . . (*esaurito*)
81. Sergi, *Evoluzione umana individuale e sociale* — 1903 . (*esaurito*)
82. Clodd, *L'uomo primitivo*. Con figure — 1904 . . (*esaurito*)
83. Baldwin, *L'intelligenza* — 2ª edizione, 1912 . . . „ 4 —
84. Cappelletti, *La Rivoluzione* — 1904 . . . . (*esaurito*)
85. Lombroso, *La vita dei bambini*. Con fig. — 2ª ediz. (*in corso di stampa*)
86. Emerson, *Uomini rappresentativi*. — 2ª ediz., 1920 nette „ 7 —
87. Moebius, *Inferiorità mentale della donna* — 1904 . (*esaurito*)
88. Gumplowicz, *Il concetto sociologico dello Stato* — 1904 . (*esaurito*)
89. Agresti, *La filosofia nella letteratura moderna* — 1904 „ 3,50
90. Lombroso, *I vantaggi della degenerazione*. Con fig. — 1904 (*esaurito*)
91. Pegrassi, *Le illusioni ottiche*. Con figure — 1904 . „ 2,50
92. Morasso, *La nuova arma (La macchina)* — 1905 . „ 4 —
93. Menger, *Lo Stato socialista* — 1905 . . . . . „ 4 —
94. Canestrini, *Gli amori degli animali*. Con figure. — 2ª edizione . . . . „ 22 —
95. Rizzatti, *Dalla pietra filosofale al radio*. Con fig. — 1905 „ 3,50
96. Carlyle, *Passato e presente* — 1905 . . . . . „ 5 —
97. Cougnet, *Il ventre dei popoli* — 1905 . . . . . „ 5 —
98. Bizzarri, *La base fisica del male* — 1905 . . . „ 2,50
99. Cappelletti, *Storie e leggende* — 1905 . . . . . „ 5 —
100. Clodd, *Storia della creazione*. — 2ª edizione (*in corso di stampa*)
101. Zanotti-Bianco, *Astrologia ed astronomia* — 1905 . „ 3,50
102. Hall, *Il suolo*. Introduzione allo studio scientifico dello sviluppo delle piante — 1905 . . . . . . „ 4 —
103. Baratta, *Curiosità Vinciane*. Con figure — 1905 . . „ 3 —
104. Fraccaroli, *La questione della scuola* — 1905 . . „ 3 —
105. Evans, *Lao-tse e il libro della via e della virtù* — 1905 „ 3,50

106. Clodd, *Miti e sogni* — 1905 . . . . . . L. 3,50
107. Labanca, *Il papato* — 1905 . . . . (*esaurito*)
108. Villa, *L'idealismo moderno* — 1905 . . . . . „ 5 —
109. Fanciulli, *L'individuo nei suoi rapporti sociali* — 1905 „ 3 —
110. Duclaux, *Igiene sociale* — 1905 . . . . „ 4 —
111. Ravizza, *Psicologia della lingua* — 1905 . . . . „ 3 —
112. Clodd, *Fiabe e filosofia primitiva* — 1906 . . . . „ 3,50
113. Cappelletti, *Principesse e grandi dame* — 1906 . . (*esaurito*)
114. Niceforo, *Forza e ricchezza* — 1906 . . . . . „ 3,50
115. Renda, *Le passioni* — 1906 . . . . (*esaurito*)
116. Romano, *La psicologia pedagogica* — 1906 . . . . „ 4 —
117. Rizzatti, *Dal cielo alla terra* — 1906 . . . . . „ 3,50
118. Canestrini, *Le società degli animali*. Con figure — 1906 (*esaurito*)
119. Tonnini, *La psicologia della civiltà egizia*. Con fig. — 1906 „ 5 —
120. Ferrucci, *Il traforo del Sempione e i passaggi alpini* . „ 3,50
121. Lombroso e Carrara, *Nella penombra della civiltà* — 1906 „ 3 —
122. Sacchi, *Istituzioni di Scienza occulta* — 1906 . . . „ 5 —
123. Wilde, *Intenzioni* — 2ª edizione, 1920 . . nette „ 8 —
124. Loriga, *La struttura e le funzioni del corpo umano* . (*esaurito*)
125. Baratono, *Psicologia sperimentale* — 1906 . . . (*esaurito*)
126. Fanciulli, *La coscienza estetica* — 1906 . . . . „ 3,50
127. Key, *Il secolo dei fanciulli* — 2ª edizione (*in corso di stampa*)
128. Cappelletti, *Dal 2 Dicembre a Sédan* — 1907 . . . „ 5 —
129 Zini, *Giustizia* — 1907 . . . . „ 3 —
130. Ballard, *I miracoli dell'incredulità* — 1907 . . . . „ 4 —
131. Limentani, *La previsione dei fatti sociali* — 1907 . „ 5 —
132. Conn, *Il metodo dell'evoluzione*. Con figure — 1907 . „ 5 —
133. Sergi, *La Sardegna*. Con figure — 1907 . . . . „ 3 —
134. Lacey, *Il Cristo storico* — 1907 . . . . „ 2,50
135. Newman, *Fede e Ragione* — 1907 . . . . . . „ 6 —
136. De Lorenzo, *Terra madre* — 1907 . . . . . . „ 3 —
137. Bryce, *Imperialismo romano e britannico* — 1907 . „ 5 —
138. Lumbroso, *Attraverso la rivoluzione e il primo impero* „ 5 —
139. Wegener, *Noi giovani!* — 3ª edizione, 1914 . . . „ 2,50
140. Snyder, *La nuova scienza* — 1907 . . . . . . „ 5 —
141-142. Morselli, *Psicologia e spiritismo*. Con figure — 1908 „ 15 —
143. Alaleona, *Storia dell'oratorio musicale* — 1908 . . . „ 6 —
144. Bain, *Scienza dell'educazione* — 1909 . . . . . „ 5 —
145. Michels, *Proletariato e borghesia* — 1908 . . . (*esaurito*)
146. Morasso, *Domus aurea*. La reggia, la festa, l'amore a Venezia — 1908 . . . . „ 4 —
147. Fournier d'Albe, *La moderna teoria dell'elettricità* — 1908 „ 4 —

148. Carthy, *Storia dell'Inghilterra nel secolo XIX* — 1908 L. 5 —
149. Paulsen, *Contro il clericalismo* — 1908 . . . . „ 2,50
150. Battaini, *Lo Stato contro la Chiesa* — 1908 . . . „ 4 —
151. Ostwald, *Come si impara la chimica* — 2ª ediz., 1912 . „ 4 —
152. Ostwald, *Come si studiano i corpi* — 1908 . . (*esaurito*)
153. Formichi, *Salus populi.* Saggio di scienza politica — 1908 „ 2,50
154. Cappelletti, *Da Ajaccio alla Beresina.* Con ritratti — 1908 „ 5 —
155. Zanotti-Bianco, *Spazio e tempo.* Con figure — 1908 . „ 4 —
156. Key, *L'amore e il matrimonio* — 2ª ediz. . (*in corso di stampa*)
157. Leland, *La forza della volontà* — 2ª edizione, 1913 . „ 3,50
158. Ferrari, *I partiti politici nella vita sociale* — 1909 . „ 2,50
159. Mason, *Le origini delle invenzioni.* Con figure — 1909 „ 6 —
160. Forel, *Etica sessuale* — 1909 . . . . . . „ 2 —
161. Scott Palmer, *La Chiesa e l'uomo moderno* — 1909 . „ 3 —
162. Newman, *Il papa, il Sillabo e l'infallibilità papale* — 1909 „ 4 —
163. Marchesini, *L'intolleranza e i suoi presupposti* — 1909 „ 3,50
164. Silvagni, *L'impero e le donne dei Cesari* — 1909 . „ 5 —
165. Sighele, *La coppia criminale* — 4ª edizione . (*in corso di stampa*)
166. Liesegang, *Il Cinematografo* — 1909 . . . . . „ 5 —
167. Schopenhauer, *Aforismi sulla saggezza della vita* — 4ª ediz., 1920 . . . . nette „ 7 —
168. Carpenter, *L'amore diventa maggiorenne* — 1909 . „ 3 —
169. Canestrini, *Le alleanze degli animali e delle piante* - 1909 „ 3 —
170. Bechterew, *La suggestione, e la sua importanza nella vita sociale* — 1909 . . . . „ 3,50
171. Kierkegaard, *Il diario del seduttore* — 1910 . . „ 3,50
172. Renda, *L'oblio* — 1910 . . . . „ 3 —
173. De Sanctis, *Per la scienza dell'antichità* — 1909 . . „ 6 —
174. Lombroso, *Caratteri della femminilità.* Con fig. — 1909 „ 3 —
175. Fichte, *Lo Stato secondo ragione* — 1910 . . . „ 3 —
176. Burckitt, *Il vangelo e la sua storia* — 1910 . . „ 5 —
177. Pistolesi, *L'imitazione* — 1910 . . . . . . „ 3 —
178. Carlyle, *Lavora, non disperarti!* - 2ª edizione, 1920 nette „ 6 —
179. Fournier d'Albe, *L'immortalità* — 1910 . . . . „ 5 —
180. Chambers-Janni, *La nostra vita dopo la morte* — 1910 „ 4 —
181. Clodd, *I pionieri dell'evoluzione* — 1910 . . . . „ 4 —
182. Torrefranca, *La vita musicale dello spirito* — 1910 . (*esaurito*)
183. Labriola, *Capitalismo* — 1910 . . . . . . (*esaurito*)
184. Seeley, *Ecce Homo* — 1910 . . . . „ 6 —
185. Garello, *Levjathan* — 1910 . . . . „ 5 —
186. Cappelletti, *La seconda restaurazione e la monarchia di luglio (1815-1848)* — 1910 . . . . „ 6 —

187. PFLEIDERER, *Religione e religioni* — 1910 . . . L. 4 —
188. PAYSON CALL, *Forza e riposo* — 1910 . . . . „ 3,50
189. HIBBEN, *La logica di Hegel* — 1910 . . . . „ 5 —
190. KELLER, *Il mondo in cui vivo* — 1910 . . . . „ 3 —
191. DURELL, *La Chiesa storica* — 1910 . . . . „ 5 —
192. PAYSON CALL, *Vita naturale* — 1910 . . . . „ 2,50
193. FERRANTE CAPETTI, *Reati e psicopatie sessuali* — 1910 (*esaurito*)
194. MORRISON, *Gli Ebrei sotto la dominazione romana* — 1911 „ 6 —
195. SAITTA, *La scolastica del sec. XVI e la politica dei gesuiti*. 1911 „ 4 —
196. *Il programma dei modernisti* — 1911 . . . . „ 2,50
197. CHILESOTTI, *L'evoluzione della musica* — 1911 . . „ 3 —
198. HUBER, *Morale dei gesuiti* — 1911 . . . . „ 7 —
199. WEGENER H., *La prossima generazione* — 1911 . . „ 3 —
200. BLAVATSKY, *Introduzione alla teosofia* — 1911 . . (*esaurito*)
201. THOMAS, *Sesso e società* — 1911 . . . . . . „ 5 —
202. CICOGNANI, *Il cantico dei cantici* — 1911 . . . „ 4 —
203. ROSSANA, *Sotto la ferula*. Dolore, povertà, degenerazione muliebre. — Con figure — 1911 . . . . . „ 4 —
204. DE ROBERTO, *Renan* — 1911 . . . . „ 3 —
205. BESANT, *Autobiografia* — 1912 . . . . . . „ 5 —
206. POWEL, *Il cibo e la salute* — 1912 . . . . . „ 4 —
207. GIACHETTI, *La fantasia* — 1912 . . . . . . „ 4 —
208. TURCHI, *Storia delle religioni* — 2ª edizione (*in preparazione*)
209. SOMIGLI, *La pesca marittima industriale*. Con fig. — 1912 „ 4 —
210. HALEVY, *Vita di Federico Nietzsche* — 1912 . . . „ 5 —
211. TROILO, *Il positivismo* — 1912 . . . . . . „ 5 —
212. MICHELS, *I limiti della morale sessuale* — 1912 . . (*esaurito*)
213. GRAZIANI, *Teorie e fatti economici* — 1912 . . . „ 6 —
214. CAPPELLETTI, *La Riforma* — 1912 . . . . . . „ 6 —
215. GALLO, *La guerra e la sua ragion sessuale* — 1912 . „ 3,50
216. RAMACIARACA, *La respirazione e la salute* — 1913 . „ 2,50
217. CARUS, *Il Buddismo e i suoi critici cristiani* — 1913 . „ 4 —
218. SERGI, *Le origini umane* — 1913 . . . . . . „ 3,50
219. RAU, *La crudeltà* — 1913 . . . . „ 3,50
220. AITKEN, *Le vie dell'anima* — 1913 . . . . . „ 3,50
221. CANESTRINI, *Nel mondo dei parassiti* — 1913 . . „ 3,50
222. AVEBURY, *Pace e felicità* — 1913 . . . . . . „ 3,50
223. RENSI, *Trascendenza*. Studio sul problema sociale — 1914 „ 5 —
224. GREW, *Sviluppo di un pianeta* — 1914 . . . . . „ 6 —
225. SERGI, *L'evoluzione organica e le origini umane* — 1914 „ 3,50
226. GALLO, *Il valore sociale dell'abbigliamento* — 1914 . „ 3,50
227. RAMACIARACA, ATA YOGA, *L'arte di star bene* — 1914 . „ 4 —

228. Vercellini, *Unità di legge nei fenomeni vitali* — 1914 L. 2,50
229. Germani, *La Ragioneria come scienza moderna* — 1914 „ 2,50
230. Olgiati, *La filosofia di Enrico Bergson* — 1914 . . „ 4 —
231. Demichelis, *Il problema delle Scienze storiche* — 1914 . „ 5 —
232. Weininger, *Intorno alle cose supreme* — 1914 . . . „ 3,50
233. Turchi, *La civiltà bizantina* — 1915 . . . . . „ 5 —
234. Ferrabino, *Kalypso*. Saggio d'una storia del mito — 1914 „ 6 —
235. Emery, *La vita delle formiche*. Con figure — 1914 . . „ 3,50
236. Tilgher, *Pragmatismo trascendentale* — 1915 . . . „ 5 —
237. Höffding, *Compendio di storia della filosofia moderna* - 1915 „ 5 —
238. Davenport-Whelpley, *Il commercio del mondo* — 1915 „ 6 —
239. Giuliano B., *Il valore degl'ideali* — 1916 . . . . „ 4 —
240. Ferreri, *L'Italia da redimere* — 1916 . . . . . „ 6 —
241. Maresca, *Le antinomie dell'educazione* — 1916 . . „ 2,50
242. Rostagni A., *Poeti alessandrini* — 1916 . . . „ 5 —
243. Sergi, *Problemi di Scienza* — 1916 . . . . . „ 5 —
244. Barker, *Lettere di un morto tuttora vivente* — 1917 . „ 5 —
245. Stampini, *Studi di letteratura e filologia latina* — 1917 „ 6 —
246. Cappelletti, *Austria e Toscana* . . . . . . „ 6 —
247. Maiocco, *Le leggi di Mendel e l'eredità* . . . . . „ 5 —
248. Levi, *Le palatali piemontesi* — 1918 . . . . . „ 6 —
249. Michels, *Problemi di sociologia applicata* — 1919 nette „ 5 —
250. Farinelli, *Franche parole alla mia Nazione* — 1919 „ „ 6 —
251. Fassio, *L'educazione commerciale* — 1920 . . „ „ 10 —
252. Camis, *Meccanismo delle emozioni* — 1920. . . „ „ 9 —
253. Steiner, *I punti essenziali della questione sociale* — 1920 „ „ 3,50
254. Roncati, *Nazioni e Umanità* — 1920 . . . „ „ 9 —
255. Sergi, *L'origine e l'evoluzione della vita* — 1921 . „ „ 28 —
256. Kautsky, *Terrorismo e comunismo* . *(in corso di stampa)*
257. Stampini, *Nel Mondo Latino. Studi di letteratura e di filologia*. II serie — 1921 . . . . . . „ 24 —
258. Ramacharaka, *L'arte di guarire con mezzi psichici* . „ 10 —
259. Galin, *Tribunali e pene nella Russia rivoluzionaria* . „ 8 —

DI PROSSIMA PUBBLICAZIONE:

BARTLETT. — Il regno che viene.

NB. — I volumi di questa serie esistono pure elegantemente legati in tela con fregi artistici, con **L. 1,50** d'aumento sul prezzo indicato.

Biblioteca di Storia Contemporanea

(Eleganti volumi in-16°)

1. ROSI. **I Cairoli**. Con 11 figure . . L. 5 —
2. CASTELLINI. **Pagine Garibaldine (1848-1866)**. Con 10 figure . . . . » 4 —
3. DE LA RIVE. **Il Conte di Cavour**. Racconti e memorie. Prefazione di E. VISCONTI-VENOSTA. Con facsimili . . . . . . » 5 —
4. COLOCCI. **Paolo De Flotte (1817-1860)**. » 3,50

5-6. RUFFINI. **La giovinezza del Conte di Cavour**. Saggi storici secondo lettere e documenti inediti . . . . nette » 20 —

7. OLLIVIER. **Filosofia di una guerra (1870)**. . . . . » 4 —
8. RUFFINI. **Camillo di Cavour e Mélanie Waldor**. Secondo lettere e documenti inediti, con facsimili e ritratti . . . . » 3,50
9. GIOBERTI. **Ultima replica ai municipali**. Pubblicata per la prima volta, con prefaz. e documenti inediti, da GUSTAVO BALSAMO-CRIVELLI » 3,50
10. SILVA. **La Monarchia di Luglio e l'Italia**. Studio di storia diplomatica . . . » 5 —
11. **La madre di Giuseppe Mazzini**. Carteggio inedito 1834-39. Con prefazione e note di Alessandro Luzio. Con ritratto . . . . » 10 —
12. **Carteggio Gioberti-Massari (1838-1852)**. Pubblicato e annotato da GUSTAVO BALSAMO-CRIVELLI . . . . . nette » 26 —
13. LUZIO. **G. Mazzini Carbonaro** . . » 24 —